

**Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации**

**Отделение энергетики, машиностроения, механики и процессов
управления Российской академии наук**

**Институт проблем транспорта
им. Н.С. Соломенко Российской академии наук**

**Санкт-Петербургский университет
Государственной противопожарной службы МЧС России**

**ТРАНСПОРТ РОССИИ:
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ –
2023**

14-15 НОЯБРЯ 2023 ГОДА

**Материалы
Международной
научно–практической конференции**

ТОМ 2

Санкт-Петербург – 2023

Настоящий сборник составлен по материалам ежегодной Международной научно-практической конференции «ТРАНСПОРТ РОССИИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ», организованной ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук в Санкт-Петербурге на базе ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России».

В 2023 году проведение конференции приурочено к 100-летию основателя ИПТ РАН академика АН СССР, академика РАН Соломенко Николая Степановича и организовано в рамках п. 2.9 Плана основных мероприятий по подготовке и проведению празднования 300-летия Российской академии наук, утвержденного заместителем председателя Правительства Российской Федерации Т.А. Голиковой от 11 ноября 2020 г. № 10514п-П8.

В сборнике представлены выступления, посвященные современным проблемам в транспортном комплексе и путям их решения.

Ответственность за аутентичность и точность цитат, имен, названий и иных сведений, а также за соблюдение законодательства об интеллектуальной собственности несут авторы публикуемых материалов.

Полные тексты статей в открытом доступе размещены в Научной электронной библиотеке **Elibrary.ru** и зарегистрированы в наукометрической базе **РИНЦ** в соответствии с Договором № SIO-7225/2023 от 22.11.2023.

Рецензенты:

Куватов Валерий Ильич

*Профессор кафедры системного анализа и антикризисного управления ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России»
доктор технических наук, профессор*

Круглеевский Владимир Николаевич

*Старший научный сотрудник Научно-исследовательского института (кораблестроения и вооружения ВМФ) ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия»
доктор технических наук, доцент*

С65 Транспорт России: проблемы и перспективы – 2023: материалы Международной научно-практической конференции. 14-15 ноября 2023 г. – СПб.: ИПТ РАН, 2023. Том 2. – 238 с.

ISBN 978-5-6047678-2-5

ВБК 39

СОДЕРЖАНИЕ

Шаталова Н.В., Бородина О.В., Михайлова М.Ю. О ВАЖНОСТИ РАЗВИТИЯ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА ДЛЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ТРАНСПОРТНОЙ НАУКИ	7
Чернов О.А. ВЛИЯНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОВЕРОК ГОСУДАРСТВ-ЧЛЕНОВ МЕЖДУНАРОДНОЙ МОРСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ (ИМО) НА ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ МОРСКОГО ТРАНСПОРТА	10
Сафиуллин Р.Н., Парра Ариас Сунильда СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА ГОРОДА ГАВАНА	15
Зингер Д.Ю., Подопригора Н.В. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА	20
Хасанов Д.С., Косторнова А.С. АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК И ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА	24
Астахова А.С., Глинский В.А., Курганова Н.В. СИСТЕМНЫЕ ВОПРОСЫ СОПРЯЖЕНИЯ ШИРОТНЫХ И МЕРИДИОНАЛЬНЫХ МЕЖДУНАРОДНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ КОРИДОРОВ РФ	29
Шевелёва А.А. ВОЗРОЖДЕНИЕ АВИАЦИИ НА ЕВРОПЕЙСКОЙ И ПРИУРАЛЬСКОЙ АРКТИКЕ	33
Пеплер А.Э., Шаталова Н.В., Бородина О.В. ТРАНСПОРТНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА	36
Орешкина А.Д., Шаталова Н.В., Бородина О.В. ФОРМИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ ВНОВЬ ПРИСОЕДИНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ НОВОРОСИИ	42
Глинский В.А., Курганова Н.В., Верченева Ю.В. ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ НА ЭТАПЕ «ПОСЛЕДНЕЙ МИЛИ»	45
Шайдунов И.Г., Тищенко Е.В. НОВЫЕ МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПОТОКОВ ВОЗДУШНОГО ДВИЖЕНИЯ ...	48
Тецлав И.А., Махмутова А.Р. РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБСЛУЖИВАНИЯ ПАССАЖИРОВ ДЛЯ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК ЧЕРЕЗ АЭРОПОРТ СУРГУТ ИМЕНИ Ф.К. САЛМАНОВА	54
Алферова А.А. ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АВИАПРЕДПРИЯТИЯ С ЦЕЛЬЮ ОСВОЕНИЯ НОВОГО РЫНКА	57
Головченко Г.В., Зиганишина В.Н. ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ СИСТЕМ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПОЛЕТАМИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ	60
Чекулаева В.А., Бутусов П.Н. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ЛЕТНОЙ РАБОТЫ И ИХ НЕДОСТАТКИ	63

<i>Аксенов В.А., Гелюх Н.П., Даренских А.И.</i> МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ В ЛОГИСТИЧЕСКИХ И ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ	68
<i>Тецлав И.А., Жижева М.Е.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТОПЛИВОМ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ТРАНСПОРТА И СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ В АЭРОПОРТУ	73
<i>Сафиуллин Р.Р., Орешкина А.Д.</i> ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В ПЕРЕВОЗОЧНЫЙ ПРОЦЕСС	75
<i>Борисов А.Н., Елисеев П.В.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТА БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА	81
<i>Чаров Р.А., Дмитров К.С., Михальский Г.С.</i> КЛАСТЕРНАЯ МОДЕЛЬ НАВИГАЦИОННОЙ СИТУАЦИИ УПРАВЛЯЕМЫХ ЧЕЛОВЕКОМ СУДОВ ПРИ ТЕСТАХ ДЛЯ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ СТОЛКНОВЕНИЙ МОРСКИХ АВТОНОМНЫХ НАДВОДНЫХ СУДОВ	85
<i>Сиек Ю.Л., Борисов А.Н., Сальников А.Д.</i> НЕЙРОСЕТЕВОЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ ДВИЖЕНИЕМ ТРАНСПОРТНОГО БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА	90
<i>Афанасьев А.С., Хохлов А.В.</i> СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ БЕСПИЛОТНОГО ТРАНСПОРТА	94
<i>Богданов Е.В., Вепрев Д.В., Дурандин М.А.</i> КОНЦЕПТ АЭРОПОРТОВ ДЛЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ	98
<i>Зотов А.А.</i> ИНВЕСТИЦИОННЫЙ ПРОЕКТ «МАГЛЕВ» КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ РЕГИОНА	102
<i>Федоров П.Н., Наумов А.А., Пишигоцкий Ю.И.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ В СИСТЕМАХ СВЯЗИ БЕСПИЛОТНОГО ТРАНСПОРТА В ГОРОДАХ БУДУЩЕГО	104
<i>Кошевой Д.О., Кустов А.С., Антипенко И.В.</i> НЕЙРОННЫЕ СЕТИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ К СБОЯМ И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ПРИ УПРАВЛЕНИИ БЕСПИЛОТНЫМИ ПОДВОДНЫМИ АППАРАТАМИ	107
<i>Афанасьев А.С., Кузнецова Е.А.</i> МЕТОД ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА НАЗЕМНОГО ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА НА ОСНОВЕ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА	111
<i>Селиверстов С.А., Валитов М.В., Селиверстов Я.А.</i> РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ БОРТОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ	116
<i>Селиверстов Я.А., Дубрава Д.А., Селиверстов С.А.</i> РАЗРАБОТКА ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ АНАЛИЗА ПОЛЕТНЫХ ДАННЫХ	123
<i>Кривилев К.С., Конилова Е.В.</i>	

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ 3D-СПУТНИКОВЫХ GPS-СИСТЕМ ПРИ РЕМОНТЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ ОБЪЕКТОВ ИНФРАСТРУКТУРЫ АЭРОПОРТОВ	128
<i>Мартынов В.Л., Божук Н.М., Панченко М.В.</i>	
ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ВОПРОСАХ ИНФОТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ И СЕЙСМОРАЗВЕДКИ НА МОРСКИХ СУДАХ	132
<i>Мартынов В.Л., Чизак А.К., Сбродова А.К.</i>	
ПОМЕХА ОБРАТНОГО РАССЕЯНИЯ КАК ФАКТОР, ОГРАНИЧИВАЮЩИЙ ИНФОТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ В ГИДРОСФЕРЕ	135
<i>Монгуш Т.Р., Попов В.А.</i>	
ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ В АВИАЦИОННОЙ ОТРАСЛИ. ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НА АВИАПРЕДПРИЯТИЯХ РФ СПЕЦИАЛЬНОГО АЭРОДРОМНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА	140
<i>Кичигин М.С., Попов В.А.</i>	
ОТЕЧЕСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО УНИВЕРСАЛЬНЫХ СРЕДСТВ НАЗЕМНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ДЛЯ БУКСИРОВКИ СРЕДНЕМАГИСТРАЛЬНЫХ ВС ОТЕЧЕСТВЕННОГО И ИМПОРТНОГО ПРОИЗВОДСТВА, В РАМКАХ РЕАЛИЗАЦИИ КУРСА ПРАВИТЕЛЬСТВА ПО ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЮ В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ	143
<i>Сафиуллин Р.Н., Ефремова В.А., Караванов Н.А.</i>	
МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ ПОДХОД РАЦИОНАЛЬНОГО ВНЕДРЕНИЯ БОРТОВОЙ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ В ВЫСОКОАВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО	148
<i>Сафиуллин Р.Н., Сорокин К.В., Мошников А.Р.</i>	
МЕТОДИКА ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ НА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВАХ В ПРОЦЕССЕ ИХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ	152
<i>Иванов А.А., Федотов В.Н., Чудакова Н.В.</i>	
ОБЗОР ХЛАДАГЕНТОВ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ АВТОБУСОВ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ	157
<i>Разумов Ю.В., Королева Л.А.</i>	
ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕСПРЕПЯТСТВЕННОГО ПРОЕЗДА ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ К МЕСТУ ВЫЗОВА	162
<i>Попова Ю.И., Балабанов И.Д.</i>	
ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЭВАКУАЦИИ ИЗ ВАГОНОВ ПРИ ПОЖАРЕ: РОЛЬ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ СДЕРЖИВАНИЯ ПОЖАРА	167
<i>Абдуллаева М.А., Королева Л.А.</i>	
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ	171
<i>Королева Л.А., Энхтамир Эрин, Захарова Е.А.</i>	
ВЫБОР СПОСОБА ТРАНСПОРТИРОВКИ И ОЦЕНКА ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ТЕКСТИЛЬНЫХ ОТХОДОВ	175
<i>Мехоношина М.О., Актерский Ю.Е., Шидловский Г.Л.</i>	
МОНИТОРИНГ И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ИНФРАСТРУКТУРНЫХ ОБЪЕКТАХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ НА ВОДОРОДНОМ ТОПЛИВЕ	179
<i>Булатов Н.Н.</i>	
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПОЛЛЮТАНТОВ ТРАДИЦИОННЫМИ ВИДАМИ ТРАНСПОРТА	181
<i>Пустовалов И.А., Иванов А.В., Киселева В.С.</i>	

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МОДУЛЬНЫХ УСТАНОВОК ПОЖАРОТУШЕНИЯ ВОДЯНЫМ ТУМАНом В УСЛОВИЯХ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ МОРСКИМ ТРАНСПОРТОМ	184
Мальчиков К.Б.	
ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПОЛЛЮТАНТОВ В ОТРАБОТАВШИХ ГАЗАХ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ НА РЕЖИМЕ ПРОГРЕВА ДВИГАТЕЛЯ ..	187
Соболев В.С., Черный С.Г., Козаков Д.В.	
МЕТОД ВЫЯВЛЕНИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ДАТЧИКОВ С ПОМОЩЬЮ ФИЛЬТРА КАЛМАНА В СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ ВЛАЖНОСТИ В ГРУЗОВЫХ ОТСЕКАХ СУДНА	191
Беспалько С.В., Комиссарова Е.Г.	
ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ	195
Хасанов Д.С.	
КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ В ПОРТАХ И МОРСКОЙ ОТРАСЛИ	197
Липатников В.А., Мелехов К.В., Шевченко А.А.	
ФУНКЦИОНАЛЬНО-ЛОГИЧЕСКАЯ АРХИТЕКТУРА ПРОЦЕССА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПРИ МНОГОЭТАПНЫХ АТАКАХ	201
Липатников В.А., Мелехов К.В., Мелихов И.А.	
СРЕДСТВО СЕТЕВОГО КОНТРОЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИИ В УСЛОВИЯХ МНОГОЭТАПНЫХ АТАК	207
Принцев Н.В., Егоренков С.А.	
СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ	211
Принцев Н.В., Ершов А.Г., Томановский Я.Ю.	
ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ ГЕРМЕТИЧНЫХ МОТОР-КОЛЕС	216
Сведения об авторах	222
Information about authors	230

О ВАЖНОСТИ РАЗВИТИЯ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА ДЛЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ТРАНСПОРТНОЙ НАУКИ

Шаталова Наталья Викторовна – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории проблем организации транспортных систем

Бородина Ольга Владимировна – научный сотрудник лаборатории интеллектуальных транспортных систем

Михайлова Мария Юрьевна – младший научный сотрудник лаборатории проблем экологии транспортных систем

ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук

Аннотация. В работе предлагаются рекомендации по развитию кадрового потенциала отечественной транспортной науки, приведен анализ процессов создания и реализации продукта в реальный сектор экономики, приведено описание условий реализации текущих проектов по развитию кадрового потенциала в РФ и привлечению молодежи в отрасль, обсуждается роль подготовки кадров и формирование преемственности для обеспечения непрерывности и глубины научных исследований. Приведены доводы в пользу необходимости создания федеральной целевой программы развития кадрового потенциала для транспортной отрасли. Сделан вывод о необходимости повышения технологического потенциала транспорта посредством развития рынка прав на объекты интеллектуальной собственности, выстраивания системы государственно-частного партнёрства, выстраивания системы государственной экспертизы проектов под задачи государственной важности, а также системы подготовки кадров.

Ключевые слова: транспортная отрасль, государственные задачи, кадровый потенциал, подготовка кадров, объекты интеллектуальной собственности.

HUMAN RESOURCES DEVELOPMENT FOR TRANSPORT SCIENCE

Shatalova Natalya V. – Ph.D., Leading Researcher of Laboratory of the organization of transport systems

Borodina Olga V. – Researcher of Laboratory of the organization of intelligent transport systems

*Mikhailova Maria Y. – Junior Researcher of Laboratory of the ecology of transport systems
Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences*

Abstract. The report offers recommendations for developing the human resources potential of domestic transport science, provides an analysis of the processes of creating and selling a product in the real sector of the economy, describes the conditions for the implementation of current projects to develop human resources in the Russian Federation and attract young people to the industry, discusses the role of personnel training and the formation of succession for ensuring continuity and depth of scientific research. Arguments are given in favor of the need to create a federal target program for the development of human resources for the transport industry. It is concluded that it is necessary to increase the technological potential of transport through the development of the market for intellectual property rights, building a system of public-private partnerships for transport, building a system of state examination of projects for tasks of national importance, as well as a personnel training system.

Keywords: transport industry, government tasks, human resources, personnel training, intellectual property.

Проблемы транспортной отрасли России, выполняющей свою главную задачу – интегрального, транспортного обслуживания общества и государства для обеспечения их

жизнеспособности и жизнестойкости, тесно взаимосвязаны с проблемными задачами других отраслей хозяйственной деятельности. Таким образом, транспортный комплекс является стержневым звеном развития экономики, особенно России с учетом ее пространственного положения. Следует подчеркнуть, что транспортная отрасль практически единственная в нашей стране, имеющая четкую, понятную и масштабную цель развития, которая является инновационной и определяет направленное развитие отрасли (рис.).



Рисунок – Объекты и задачи рационального управления развитием транспортной отрасли [1]

Технологический суверенитет в мире стремительно усложняющихся достижений науки невозможен без научной активности и серьезной финансовой поддержки государственного масштаба.

Некоторый кризис системности современной отечественной науки нивелируется активностью и компетентностью молодых ученых, финансово поддерживаемых на площадках, финансируемых как государством, так и частными инвесторами. Активно участвуют частными активами ключевые игроки отраслей экономики – Росатом, Аэрофлот, РЖД. Государственная программа «Приоритет 2030», работающая в 56 регионах РФ, привлекла уже 110 Университетов [2,3]. Однако распределение университетов – участников программы по ведомственной принадлежности выявляет некоторые перекосы, – большинство проектов поддерживает Министерство науки и высшего образования РФ. Из девятидесяти двух проектов, реализуемых по программе «Приоритет 2030», Министерство транспорта, например, поддерживает всего один. Складывается ситуация, в которой заинтересованные в конечной реализации инновационных проектов субъекты (Минтранс), де-факто исключены из процессов создания и реализации продукта в реальный сектор экономики.

Поддержка инновационной деятельности может осуществляться органами местного самоуправления. Некоторая двусмысленность формулировки позволяет органам местного самоуправления поддерживать мероприятия стимулирования инновационной деятельности

субъективно. Законодательно закреплённая ответственность органов управления на местах за нарушения предприятиями транспорта норм эксплуатации объектов транспорта (таких как, например, экологические) будет являться стимулом к реализации инновационных проектов.

Приоритетом для транспорта станет формирование базы знаний о лучших практиках по безопасности движения и других баз знаний с применением технологий машинного обучения, искусственного зрения и сбора (парсинга) открытых данных [3].

Для достижения транспортной науки в области воспроизводства критических и сквозных технологий необходимо сделать науку драйвером отрасли. С этой целью необходима консолидация потребностей частного сектора экономики и возможностей государственных органов. Необходимы гарантии от последних на выполнение достигнутых договоренностей. Площадкой для диалога должен быть не отдельный семинар/конференция, а действующий на постоянной основе Комитет, например, при ИПТ РАН.

Кадровый потенциал для транспорта, стремительно меняющегося сегодня, важнейшая задача. Тесная работа Минтруда с транспортным сообществом по формированию программ профессиональной подготовки кадров поможет вузам более точно выполнять подготовку кадров под задачи транспортной отрасли. Ввиду отсутствия связки Министерств с реальным сектором экономики начинают работать различные некоммерческие организации и национальный Совет по вопросам подготовки кадров. Действует такой Совет, например, по профессиональным квалификациям воздушного транспорта (СПК ВТ) с 2019 года [4].

Транспортная отрасль нуждается, в том числе, в кадрах для популяризации транспортной науки. Недостаток спикеров/популяризаторов науки, подготовленных на базе знаний по выведению проектов на высокий уровень готовности, ставит под сомнения вероятность доведения молодыми учеными своих проектов до конечной стадии реализации [5]. ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко РАН, понимая свою социальную ответственность перед обществом, занимается проведением открытых мероприятий. Так в транспортном вузе Санкт-Петербурга в 2022 году учеными института совместно со студентами были разработаны алгоритмы по сбору и анализу открытых данных в области прогнозирования объема воздушных перевозок.

Повышение значимости науки в сфере транспорта на отечественном рынке невозможно без охраны и коммерциализации объектов интеллектуальной собственности. Невысокая популярность венчурных фондов вынуждают молодых ученых не выводить свои проекты на высокий уровень готовности.

Транспорт как отрасль очень зависим от единства государственной политики: от машиностроения до логистики складского и производственного хозяйства [6]. Применение методов машинного обучения к разработке системы слежения за пользователями сети Интернет и вычленениями информации о точках зарождения грузопотоков на ранних стадиях (даже от стадии на уровне «идеи») видится полезным для систематизации направлений исследований на транспорте.

Транспорт, как достаточно молодая отрасль, переживает кризис системности, связанный с объективными причинами развития техники и технологий. Новые поколения связи необходимы стране только с обязательной привязкой к приборостроению. Так же как и новые поколения транспортных средств и средств бортового контроля пространственного позиционирования с привязкой к существующей и перспективной инфраструктуре отечественного машиностроения.

Развитие форм государственно-частного партнёрства в сфере транспорта [7], стимулирование муниципальных и других органов исполнительной власти к формированию смарт-контрактов также станет стимулом использования технологий искусственного интеллекта на транспорте.

Необходимо сделать вывод о том, что для повышения технологического потенциала транспортной отрасли необходимо:

- развитие рынка прав на объекты интеллектуальной собственности;
- выстраивание системы государственно-частного партнёрства на транспорте;

- формирование системы подготовки кадров;
- выстраивание системы государственной экспертизы проектов под задачи государственной важности.

Список литературы

1. Баринаева Л.Д., Белый О.В., Забалканская Л.Э., Куватов В.И., Малыгин И.Г., Стариченков А.Л. Фундаментальные проблемы единого транспортного пространства Российской Федерации. – СПб.: Элмор, 2012. – 111 с.
2. Малыгин И.Г., Цыганов В.В. Комплекс моделей для управления стратегическим развитием транспортной инфраструктуры Сибири, Дальнего Востока и российской Арктики в условиях изменения климата // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2022: материалы Юбилейной международной научно–практической конференции. – СПб.: ИПТ РАН. – 2022. – Т. 1. – С. 19-23.
3. Программа «Приоритет 2030». [Электронный ресурс]. – URL: <https://priority2030.ru/analytics> (дата обращения 01.04.2023).
4. Совет по профессиональным квалификациям воздушного транспорта. [Электронный ресурс]. – URL: <https://sovetvt.ru/> (дата обращения 01.04.2023).
5. Бородина О.В., Шаталова Н.В. и др. Научные изыскания в сфере педагогики и психологии: акмеологический подход к технологиям обучения и креативные педагогические решения: монография. – Самара: ООО НИЦ «ПНК», 2022. – 144 с.
6. Малыгин И.Г., Гавкалюк Б.В. От Северного морского пути к Арктическому интеллектуальному мультимодальному транспортному коридору Российской Федерации // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2020: материалы Юбилейной международной научно–практической конференции. – СПб.: ИПТ РАН. – 2020. – Т. 1. – С. 09-16.
7. Черных А.К., Малыгин И.Г., Клыков П.Н. Выбор показателей для оценки реализации целевых программ создания информационных систем органов государственного управления в чрезвычайных ситуациях // Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России. – 2019. – № 2. [Электронный ресурс]. – URL: <https://vestnik.igps.ru/wpcontent/uploads/V112/13.pdf> (дата обращения 15.08.2020).

УДК 338.47

ВЛИЯНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОВЕРОК ГОСУДАРСТВ-ЧЛЕНОВ МЕЖДУНАРОДНОЙ МОРСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ (ИМО) НА ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ МОРСКОГО ТРАНСПОРТА

Чернов Олег Александрович – аспирант кафедры логистики и управления цепями поставок

Санкт-Петербургский государственный экономический университет

Начальник Международного отдела

ФАУ «Российский морской регистр судоходства»

Аннотация. Рассмотрена взаимосвязь между результатами проверок государств-членов Международной морской организации (ИМО) и экономической эффективностью предприятий морского транспорта, предложены подходы к порядку разработки мероприятий по совершенствованию деятельности морского транспорта с целью повышения финансовой устойчивости и экономической эффективности предприятий, вовлеченных в международные морские транспортные перевозки.

Ключевые слова: морской транспорт, экономическая эффективность, финансовые показатели, Система проверки ИМО, безопасность мореплавания, соблюдение требований, осуществление требований, устранение замечаний.

THE IMPACT OF RESULTS OF IMO MEMBER STATES AUDITS ON THE ECONOMIC EFFICIENCY OF MARITIME TRANSPORT ENTERPRISES

*Chernov Oleg Al. – applicant, St. Petersburg State University of Economics
Head of International Affairs Department at FAI “Russian Maritime Register of Shipping”*

Abstract. The article examines the relationship between the results of IMO member States audits and the economic efficiency of maritime transport enterprises, suggests approaches to the procedure for developing measures to improve the activities of maritime transport in order to increase the financial stability and economic efficiency of enterprises involved in international maritime transport.

Keywords: Maritime transport, economic efficiency, financial indicators, IMO Audit Scheme, safety of navigation, compliance with requirements, implementation of requirements, elimination of findings.

В современном мире морское судоходство продолжает оставаться одной из ключевых отраслей экономики и одним из основных факторов глобализации, во многом определяющим процессы, происходящие на нашей планете.

Приоритет безопасности мореплавания в таких обстоятельствах не только не снижается, но и растет одновременно с увеличивающимися объемами перевозимых морем грузов, доля которых сегодня составляет около 80% от всех мировых грузопотоков (по данным Конференции Организации Объединенных Наций по торговле и развитию, Обзор морского транспорта, 2015 год (Нью-Йорк и Женева, 2015 год).

В таких условиях оценка эффективности деятельности транспортных организаций, вовлеченных в морское судоходство, является важной и актуальной задачей, требующей к тому же постоянного совершенствования подходов к её решению.

В связи с вышеизложенным цель исследования состоит в выявлении подходов к порядку разработки мероприятий по совершенствованию деятельности организаций морского транспорта и повышению финансовой устойчивости и экономической эффективности предприятий, вовлеченных в международные морские транспортные перевозки в рамках глобальных цепей поставок, при соблюдении требований в области безопасности и охраны окружающей среды.

В качестве инструмента для решения этой задачи предлагается использовать взаимосвязь финансовых показателей хозяйствующих субъектов и эффективности государственного управления в сфере морского транспорта, определяемой через призму результатов проверки государства со стороны Международной морской организации (ИМО) в рамках Системы проверки государств-членов ИМО (IMSAS).

В настоящем исследовании рассмотрены итоги всех 82 состоявшихся к настоящему времени проверок государств-членов ИМО с точки зрения характера и содержания выявленных замечаний, приведена обобщающая статистика и отмечены основные закономерности результатов проверок, дана оценка подходу ИМО к совершенствованию глобальной морской индустрии, предложены меры по порядку учёта результатов проверок при планировании совершенствования морской деятельности государств.

В аналитическом исследовании применялись методы обобщения, группировки, экспертных оценок, сравнительного статистического анализа, синтеза.

ИМО существует с середины XX века, является специализированным агентством ООН, имеет основной задачей содействие безопасному и экологичному судоходству посредством разработки соответствующей международной нормативной базы.

ИМО за последние примерно 30 лет разработала свою собственную систему оценки эффективности деятельности государств, являющихся членами данной Организации (в настоящее время их 175), которая получила название Система проверки государств-членов ИМО (IMO Member State Audit Scheme, IMSAS).

Как показывают результаты проведенного анализа специальной и научной литературы, принципы, методы, инструменты Системы проверки государств-членов ИМО излагаются, главным образом, в нормативных документах Международной морской организации (в резолюции А.1067(28) «Рамочные принципы и процедуры Системы проверки государств-членов ИМО» [1], резолюции А.1070(28) «Кодекс по осуществлению документов ИМО (Кодекс ОДИ)» [2], Международной конвенции по охране человеческой жизни на море (МК СОЛАС) [3], Международной конвенции по предотвращению загрязнения с судов (МК МАРПОЛ) [4] и других). Они, в силу определенной специфики, практически не рассматриваются ни в отечественных, ни в зарубежных научных исследованиях, лишь периодически подлежат обсуждению в международном профессиональном сообществе.

Исследованию Системы проверки государств-членов ИМО посвящен ряд публикаций автора [5-7], в которых, кроме того, предложены мероприятия как по совершенствованию самой Системы, так и по подготовке к таким проверкам.

Система подразумевает проведение периодических проверок в каждом государстве, являющемся членом ИМО, в целях оценки степени выполнения им положений обязательных для него конвенций, кодексов, инструментов ИМО, а также обязательного Кодекса по осуществлению документов ИМО (Кодекса ОДИ), и их соблюдения в необходимом объеме и с должным уровнем качества.

После того, как проверки ИМО стали обязательными в 2016 году, ИМО стала ежегодно публиковать «Сводные краткие отчеты о проверках» (CASR, Consolidated audit summary review), в которых в обезличенной форме публикуются тексты выявленных замечаний, а также их причин и корректирующих действий.

По состоянию на конец 2023 года ИМО опубликовала 6 таких отчетов в виде Циркулярных писем ИМО 3772 [8], 3879 [9], 4028 [10], 4317 [11], 4442 [12], 4771 [13] общим объемом 849 страниц, на которых изложены результаты 82 состоявшихся проверок ИМО, по итогам которых было оформлено 1444 замечания.

Из них 1320 имеют градацию «вывод» (“finding” в терминологии ИМО); фактически характер таких замечаний означает невыполнение какого-либо обязательного требования или несоответствие, остальные – «наблюдение» (“observation”).

Таким образом, в рамках каждой проверки в среднем оформляется порядка 15 замечаний.

Публикация ИМО результатов проверок в свободном доступе для всех государств-членов способствует повышению информированности государств о наиболее часто встречающихся проблемах и замечаниях, выявляемых при проверках, а также об их причинах и предпринимаемых корректирующих действиях.

Например, данные публикуются в следующей форме:

Замечание: Не было никаких объективных доказательств того, что государство выполнило все требования к отчетности, предусмотренные обязательными документами ИМО, участником которых является это государство (МК СОЛАС 1974, Правило I/4 b); МК МАРПОЛ, Прил. I, Правило 3.3; Международная конвенция о грузовой марке 1966 года, статья 26; Международная конвенция по обмеру судов 1969 года, статья 15; Кодекс ОДИ, п. 9).

Причина: Отсутствие технического потенциала, неадекватная организация и недостаточный персонал для отчетности перед ИМО, включая отчетность через специальный сайт ИМО (GISIS). Отсутствие координации между ответственными учреждениями в отношении отчетности перед ИМО.

Корректирующие действия: Морская администрация будет осуществлять следующие корректирующие действия:

1) Будут распределены обязанности по представлению отчетности через соответствующие модули в GISIS и все обязательные отчеты будут направляться в ИМО.

2) Будут организованы периодические межведомственные совещания для координации работы по передаче ИМО всех обязательных докладов.

3) Будут изданы рабочие инструкции и процедуры обязательной отчетности перед ИМО, а морская администрация разработает письменную процедуру и централизованную систему регистрации для ведения учета всех сообщений ИМО текста национального законодательства.

Актуальной задачей является создание информационной базы данных, предназначенной для хранения и использования данных о замечаниях, выявленных при проверках, в которой данные в табличной форме должны быть систематизированы по каждому замечанию, с указанием его градации, причины, корректирующих действий, ссылок на применимые статьи Кодекса по осуществлению документов ИМО и инструментов ИМО. Такая База данных позволит с помощью фильтров создавать подборки замечаний, выявленных по конкретной статье Кодекса ОДИ или инструмента ИМО, и, таким образом, послужит полезным инструментом для государств, готовящихся к проверке, для проверяющих, для иных сторон, связанных с Системой проверки государств-членов ИМО.

Заслуживают внимания и другие типовые замечания, выявляемые при проверках:

– государством не разработана общая стратегия для осуществления и обеспечения выполнения государством своих международных обязательств в роли государства флага, порта и прибрежного государства.

– отсутствует соответствующая методология оценки эффективности и мониторинга стратегии (иными словами, стратегия хоть и разработана, но не осуществляется ее мониторинг).

– несмотря на то, что общая стратегия разработана государством, оно не обеспечило выполнение всех своих обязательств согласно обязательным документам ИМО, участником которых оно является.

Следует отметить, для устранения подобных замечаний государству следует разработать отсутствующий документ и внедрить его (т.е. соответственно стратегию и методологию мониторинга), а также путем доведения стратегии до всех заинтересованных сторон, вовлеченных в морскую деятельность, государству необходимо обеспечить ее эффективное выполнение.

Можно отметить следующие замечания, связанные с осуществлением государством инструментов ИМО:

– не разработаны документы учебных программ для обеспечения необходимых теоретических и практических знаний о судах и их эксплуатации для специалистов, проводящих расследования происшествий, а также инспекторов государства флага; не предоставлены международные и национальные документы, необходимые им для выполнения своих обязанностей.

– отсутствует государственная политика проведения расследований несчастных случаев, ставших причиной телесных повреждений, или гибель вследствие несчастных случаев и инцидентов на производстве, а также политика обнародования таких расследований.

Указанные замечания схожи и имеют общую характеристику: они говорят об отсутствии в государстве какого-либо конкретного документа или системы, установленных положениями соответствующей конвенции или кодекса ИМО. Поэтому для устранения таких замечаний необходима разработка и внедрение такого отсутствующего элемента. Вместе с тем, согласно основным принципам менеджмента качества первоочередной задачей и, как правило, одновременно более сложным для реализации мероприятием является устранение причин выявленной проблемы. Устранение причин позволит не допустить повторения нежелательной ситуации.

Система проверки государств-членов ИМО является мощным инструментом для совершенствования морской деятельности государств, при этом прямым следствием

обеспечения выполнения всех требований проверки ИМО будет повышение финансовых показателей хозяйствующих субъектов, занятых в морской транспортной отрасли, в среднесрочной перспективе.

Внедрение мероприятий по устранению выявленных и потенциальных замечаний позволит обеспечить функционирование морской отрасли на уровне самых высоких стандартов безопасности мореплавания, закрепленных в документах ИМО, и приведет к снижению трудозатрат и высвобождению трудовых ресурсов для решения других важных для государства, общества и бизнеса задач.

Список литературы

1. Резолюция А.1067(28) «Рамочные принципы и процедуры Системы проверки государств-членов ИМО». [Электронный ресурс]. – URL: [https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/AssemblyDocuments/A.1067\(28\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/AssemblyDocuments/A.1067(28).pdf) (дата обращения 20.11.2023).
2. Резолюция А.1070(28) «Кодекс по осуществлению документов ИМО (Кодекс ОДИ)». [Электронный ресурс]. – URL: [https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/AssemblyDocuments/A.1070\(28\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/AssemblyDocuments/A.1070(28).pdf) (дата обращения 20.11.2023).
3. Международная конвенция по охране человеческой жизни на море (СОЛАС-74), с изменениями и дополнениями. [Электронный ресурс]. – URL: <https://base.garant.ru/71353064/?ysclid=lnn0gu4mzr769972181> (дата обращения 20.11.2023).
4. Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов (МАРПОЛ) с изменениями и дополнениями. [Электронный ресурс]. – URL: <https://base.garant.ru/2540818/?ysclid=lnn0m8ucstmu471927793> (дата обращения 20.11.2023).
5. Чернов О.А. Рекомендации ИМО по подготовке к проверкам в рамках системы проверки государств-членов ИМО (IMSAS) // Научно-технический сборник Российского морского регистра судоходства. – 2023. – №70/71. – С. 143-153.
6. Чернов О.А. Типовые замечания, выявляемые при проверках государств – членов ИМО, и способы их устранения // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. – 2023. – Т. 15, № 1. – С. 32-41.
7. Чернов О.А. Система проверки государств – членов ИМО: современное состояние и переход к дистанционному формату // Научно-технический сборник Российского морского регистра судоходства. – 2021. – № 64-65. – С. 19-26.
8. IMO Circular Letter No.3772. 4 September 2017. IMO Member State Audit Scheme – Consolidated Audit Summary Report (CASR). [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.imo.org/en/OurWork/MSAS/Pages/Default.aspx> (дата обращения 20.11.2023).
9. IMO Circular Letter No.3879. 10 October 2018. IMO Member State Audit Scheme – Consolidated Audit Summary Report (CASR). [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.imo.org/en/OurWork/MSAS/Pages/Default.aspx> (дата обращения 20.11.2023).
10. IMO Circular Letter No.4028. 13 September 2019. IMO Member State Audit Scheme – Consolidated Audit Summary Report (CASR). [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.imo.org/en/OurWork/MSAS/Pages/Default.aspx> (дата обращения 20.11.2023).
11. IMO Circular Letter No.4317. 15 September 2020. IMO Member State Audit Scheme – Consolidated Audit Summary Report (CASR). [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.imo.org/en/OurWork/MSAS/Pages/Default.aspx> (дата обращения 20.11.2023).
12. IMO Circular Letter No.4442. 1 October 2021. IMO Member State Audit Scheme – Consolidated Audit Summary Report (CASR). [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.imo.org/en/OurWork/MSAS/Pages/Default.aspx> (дата обращения 20.11.2023).
13. IMO Circular Letter No.4771. 6 October 2023. IMO Member State Audit Scheme – Consolidated Audit Summary Report (CASR). [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.imo.org/en/OurWork/MSAS/Pages/Default.aspx> (дата обращения 20.11.2023).

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА ГОРОДА ГАВАНА

Сафиуллин Равиль Нуруллович – доктор технических наук, профессор кафедры транспортно-технологических процессов и машин

Парра Ариас Сунильда – аспирант кафедры транспортно-технологических процессов и машин, Республика Куба

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II»

Аннотация. В данной статье предлагается краткая информация об основных технико-эксплуатационных показателях и эксплуатационных расходах сети городских маршрутов общественного транспорта в Гаване, а также о некоторых действиях, которые необходимо предпринять для их улучшения с целью повышения качества обслуживания пассажиров и эффективности транспортного процесса.

Ключевые слова: городского пассажирского транспорта, эксплуатационные расходы, технико-эксплуатационные показатели, городской агломерации.

SYSTEM FOR ANALYSING THE TECHNICAL AND OPERATIONAL INDICATORS OF U-RBAN PASSENGER TRANSPORT IN HAVANA

Safiullin Ravil N. – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Transport and Technological Processes and Machines

ParraArias Zunilda - graduate student of the Department of Transport and Technological Processes and Machines

Saint Petersburg Mining University

Abstract: This article offers a summary of the main technical-operational indicators and operating costs of the network of urban public transport routes in Havana, as well as some actions to be taken to improve them in order to improve the quality of passenger service and the efficiency of the transport process.

Keywords: urban transport passenger, operating costs, technical and operational performance, urban agglomeration.

Правильное управление автопарком (включая техническое обслуживание, управление водителями, контроль расхода топлива, безопасность, затраты, телематические системы) должно обеспечивать повышение эффективности эксплуатации автопарка за счет адекватной интеграции эффективности и результативности. Система управления автопарком (включая техническое обслуживание, управление водителями, контроль расхода топлива, безопасность, затраты, телематические системы) должна обеспечивать повышение эффективности его работы, должным образом интегрируя эффективность и результативность, мер с хорошо подобранными показателями, эти меры, помимо прочих элементов и энергоэффективности, также непосредственно связаны с высоким воздействием автопарков на окружающую среду.

Цель работы – Выявление недостатка и предложение мероприятия и метод по получению эффективности перевозок.

Анализ функционирования пассажирского транспорта

В Гаване общественный транспорт характеризуется технической организацией с методологическим подходом для планирования городского транспорта.

Маршрутная сеть городского автобусного транспорта состоит из 17 основных маршрутов, из них 15 радиальных и 2 полукольцевых, связывающих промежуточную и

периферийную зону города с центральной зоной на дорогах с наибольшими пассажиропотоками, с остановками через каждые, в среднем, 1500 метров при эксплуатационной скорости 20 км/ч. Также имеется сеть из 116 маршрутов подачи с остановками на расстоянии от 300 до 400 метров.

По результатам исследования «Мобильность населения Гаваны» [1-3], ежедневно производится 4,6 миллионов поездок, из которых 57,3% совершаются пешком, 15,7% – на автобусе, 10,9% – на автомобиле, 14,3% – на такси и других видах транспорта и только 1,8% – на велосипедах (рис. 1).

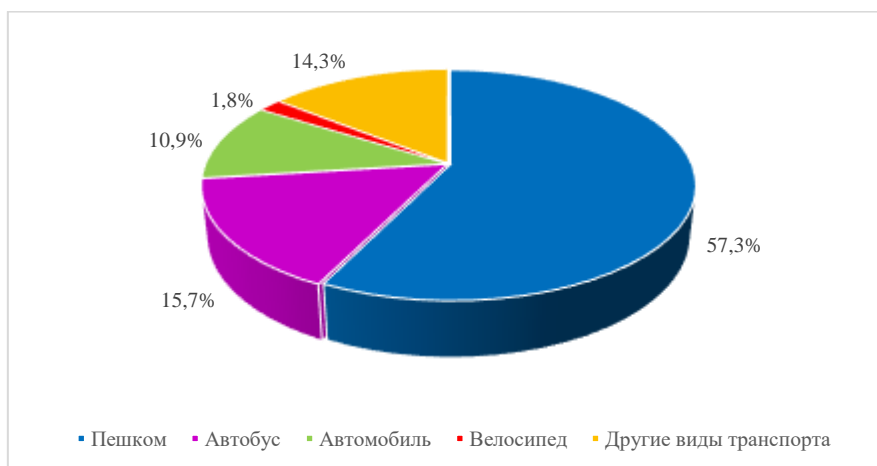


Рисунок 1 – Разделение по видам транспорта

Провинциальная транспортная компания Гаваны (ЕРТН) является основным оператором общественного автобусного транспорта города и перевозит в среднем 450 000 пассажиров в день. В эксплуатации имеется автопарк из 839 автобусов, из них ежедневно работает около 280. Используются автобусы марки Yutong особо высокого класса и высокого класса типа, их характеристики представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Состав парка транспортных средств маршрутной сети Гаваны

Тип автобуса	Количество эксплуатируемых автобусов	Номинальная вместимость		Расход (л/100 км)
		сидячий	стоячий	
Особо высокого класса Yutong ZK6180	72	38	140	69
высокого класса (жесткий) YUTONG ZK6118 y ZK6128	211	31	40	45
высокого класса YUTONG ZK6125	40	31	40	24
высокого класса электрический YUTONG E12	1	35	38	84 Квт/км

Предоставление услуги генерирует ряд расходов для автобуса, которые преобразуются в эксплуатационные расходы, являющиеся классическими для этого вида деятельности, и сгруппированы в фиксированные расходы, основанные на времени, и переменные затраты, основанные на пройденных километрах, как показано в формуле 1 [4]:

$$C_p = C_{v_{km}} \times l + C_{f_v} + C_{f_{ade}} + C_{f_{adt}}, \quad (1)$$

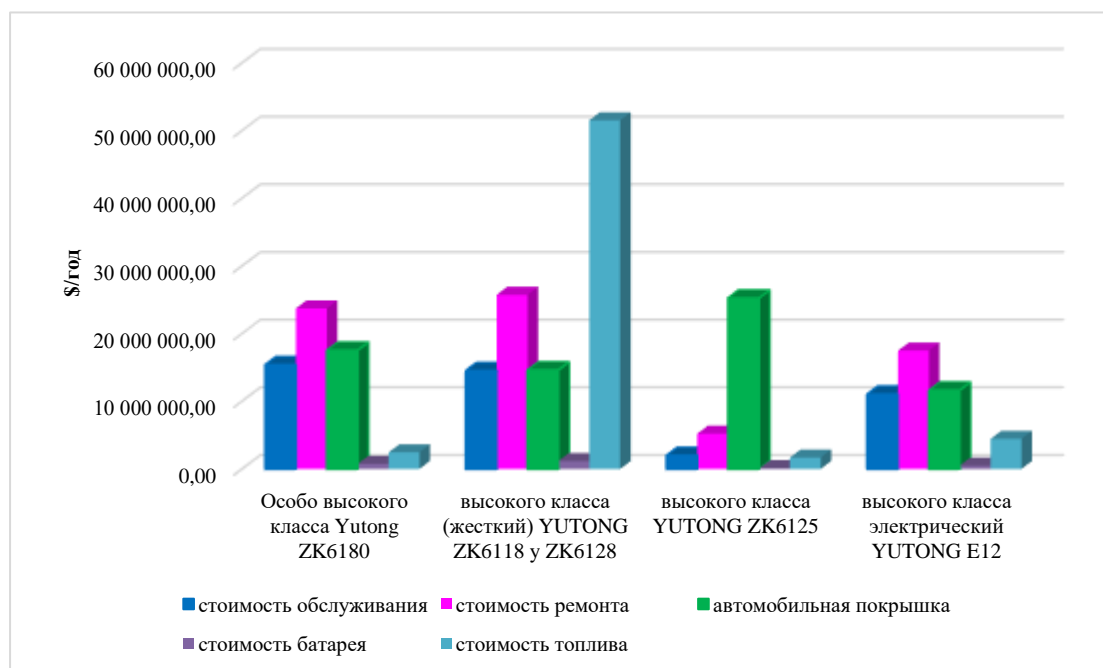
где C_p – эксплуатационные расходы, $C_{v_{km}}$ – переменная стоимость за км (входы), l – расстояние, которое необходимо проехать в поездке, км, C_{f_v} – фиксированные расходы

автобуса, C_{fade} – фиксированные расходы на администрирование компании, C_{fadt} – фиксированные расходы на администрирование терминала.

Средние эксплуатационные расходы автобусного парка составляют 35 СУР/км (Кубинское Песо/км), при этом эксплуатационные расходы на одного пассажира составляют 8,90 СУР/пасс. Текущая цена составляет 2,00 СУР, таким образом, государство субсидирует 77% эксплуатационных расходов.

Наибольшие переменные затраты связаны с топливом и ремонтом, включающим технические осмотры, в основном для автобусов большого класса, находящихся в эксплуатации более 10 лет (рис. 2).

$$S_3 = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5$$



Риснок 2 – Переменные затраты на автобусы

Технические и эксплуатационные показатели отражены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические и эксплуатационные показатели

Технические и эксплуатационные показатели	Обозначение	Расчетное значение	Установленное значение	Вариации (%)	Формула
Коэффициент технической готовности парка	КТГ	0,57	0,85	149	$КТГ = \frac{A_U}{A_C}$
Эксплуатационная скорость (км/час)	V_3	20	25	125	$V_3 = \frac{S}{T_H}$
Техническая скорость (км/час)	V_t	40	50	125	$V_t = \frac{S}{t}$
Коэффициент использования пробега	КИП _р	0,85	0,95	112	$КИП_r = \frac{S_{rp}}{S_{0,pp}}$
Коэффициент использования грузоподъемности парка	КИГ	1,5	1,1	73	$КИГ = \frac{\Gamma_\phi}{\Gamma_H}$

Технические и эксплуатационные показатели	Обозначение	Расчетное значение	Установленное значение	Вариации (%)	Формула
Среднее расстояние поездки с пассажиром (км)	$L_{\text{еп}}$	4,9	3,7	76	$L_{\text{еп}} = \frac{L_{\Gamma}}{Z_e}$
Коэффициент изменения	КИ	3,8	5	147	$\text{КИ} = \frac{L_{\text{рм}}}{L_{\text{еп}}}$
Коэффициент неравномерности перевозок	КДП	1,47	1,1	75	$\text{КДП} = \frac{L_{\Gamma}}{L_{\text{еп}}}$
коэффициент прямолинейности	$K_{\text{п}}$	2,2	1,2	55	$K_{\text{п}} = \frac{L_{\text{п}}}{L_{\text{рм}}}$
Число ездов	(Z_e)	48-155	108-210	135	$Z_e = \frac{T_{\text{н}}}{t_e}$

Для оценки эффективности работы подвижного состава служат показатели, которые характеризуют степень использования автомобильного парка и показатели, определяющие результат работы автопарка [5-9].

Приведённые показатели указывают на плохое планирование маршрутов и расписаний, перегрузку автобусов, повышенный уровень износа существующего парка, так что используется только 57% парка, 15% маршрута проходит пустым, нулевой километраж составляет до 5 км.

Коэффициент использования парка зависит от двух факторов (рис. 3)[10]:



Рисунок 3 – Факторы, зависящие от использования парка

Повышение коэффициента технической готовности может быть достигнуто через ряд мероприятий (рис. 4), которые включают [9,10]:

Чтобы достичь более высоких показателей (рис. 5) по другим техническим и эксплуатационным показателям, необходимо предпринять дополнительные действия:[4,5,7,8]

Таким образом, анализ технико-эксплуатационных показателей позволяет выявить резервы повышения эффективности работы автопарка, а, следовательно, и повышения эффективности организации перевозок. При определении путей улучшения эффективности организации перевозок важно определить, какой из технико-эксплуатационных показателей оказывает большое влияние на выработку автобуса. Усиление внимания на данном показателе позволит в короткий срок повысить эффективность работы автомобиля и правильно построить модели пассажирских перевозок.



Рисунок 4 – Мероприятия по повышению коэффициента технической готовности

Эксплуатационной скорости	<ul style="list-style-type: none"> • уменьшить время в пути • введения выделенных полос или эксклюзивных полос • приоритет общественному транспорту на светофорах • внедрение технологий "умного города"
Коэффициента использования пробега	<ul style="list-style-type: none"> • сократить нулевой километр • разместить пункты дозаправки вблизи или на территории базы • регулярное техническое обслуживание автомобиля • использовать эффективные транспортные средства • планировать маршруты заранее и оптимизировать их.
Коэффициента изменения	<ul style="list-style-type: none"> • сократить длину маршрута • увеличить количество перевозимых пассажиров • использовать автобусы большей вместимости на маршрутах с большим пассажиропотоком
Коэффициент прямолинейности	<ul style="list-style-type: none"> • путь должен быть менее извилистым • использовать самые прямые дороги либо использовать параллельные дороги • оптимизировать расположение остановок таким образом, чтобы уменьшить количество поворотов на каждом маршруте.

Рисунок 5 – Мероприятия по повышению технико-эксплуатационных показателей

Заключение. Проблемы с техническими и эксплуатационными показателями работы городского транспорта Гаваны не позволяют предоставлять качественные услуги, сокращать время в пути и гарантировать комфорт и безопасность пассажиров.

Знание технико-эксплуатационных показателей работы автобусов, умение их рассчитывать и анализировать позволяет эффективно использовать транспортные средства и сокращать эксплуатационные затраты, в которых существенное место занимают транспортные расходы.

Список литературы

1. Warren J., Morris E., Enoch M., Padilla I.M., Parra S.A., Guanche J. Desarrollando una estrategia de movilidad justa y sostenible para La Habana. – 2015. – С. 133-145.
2. Sarah A., Thomas B. Plan de Movilidad Urbana Sostenible de La Habana, MobiliseYourCity. – Брюссель, 2022. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.mobiliseyourcity.net/> (дата обращения 10.10.2023).
3. Сунильда П.А., Левиан Л. Г., Идалми П. М. Исследование мобильности населения в Гаване // Центр исследований и управления экологическим транспортом. – Гавана, 2014. – 104 с.

4. Шкурина Л., Маскаева Е. Методы нормирования риска нарушений качества эксплуатационной работы на железнодорожном транспорте // *Transportation Research Procedia*. – 2022. – Vol. 63. – Pp. 1095-1103.
5. Сафиуллин Р.Н. Программа расчета транспортно-эксплуатационных показателей автомобильных дорог при применении телематических автоматизированных систем управления контролем движения транспортных средств. Патент РФ № 2022666496. бюллетень программ для ЭВМ. № 2. дата публикации 2022.
6. Сафиуллин Р.Н., Башкардин А.Г. Эксплуатация автомобилей. – М.: Юрайт, 2020. – 204 с.
7. Трофименко Ю.В., Якимов М.Р. Транспортное планирование: формирование эффективных транспортных систем крупных городов. – М.: Логос, 2013. – 464 с.
8. Сольская И.Ю., Беломестных С.В. Интеграция операционных затрат в капитальные затраты // *Экономика железных дорог*. – 2019. – № 1. – С. 46-53.
9. Система технико-эксплуатационных показателей (Измерителей) работа подвижного состава. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjvvt-a5v6BAxWGGRAlHb9HCGMQFnoECBIIQAQ&url=https%3A%2F%2Fportal.sibadi.org%2Fmod%2Fresource%2Fview.php%3Fid%3D157374&usg=AOvVaw1Lg6L8XM3deUtkUcE-M7ix&opi=89978449> (дата обращения 10.10.2023).
10. Пенабад Л.С., Родригес П.А.Р., Ранья Л.Г. Минимально допустимый коэффициент технической готовности как критерий рационального использования автотранспортных средств. VI Международная конференция по механической, электрической и промышленной инженерии. CIMEI 2012». [Электронный ресурс]. – URL: https://www.researchgate.net/publication/307905175_Coeficiente_de_disposicion_tecnica_minimo_permissible_como_criterio_para_el_uso_racional_de_vehiculos_automotores (дата обращения 10.10.2023).

УДК 656.13

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Зингер Даниил Юрьевич – студент 4 курса специалитета, Автомобильно-дорожного факультета, кафедра наземных транспортно-технологических машин, направление наземные транспортно-технологические средства

Подопригора Николай Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры наземных транспортно-технологических машин

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Аннотация. Статья посвящена вопросу системного подхода к формированию жизненного цикла электрического транспортного средства. Авторами анализируется существующий подход к производству, эксплуатации и утилизации электрического транспортного средства (ЭТС) с учетом динамики роста численности электрокаров, запуска производств по их сборке на территории Российской Федерации. На основе проведенных исследований, разрабатывается модель жизненного цикла ЭТС, включающая в себя этапы переработки и вторичного использования отходов, используемых при производстве новых ЭТС.

Ключевые слова: жизненный цикл (ЖЦ), электрическое транспортное средство (ЭТС), электромобили, транспорт, электробусы, утилизация, переработка, эксплуатация, тягово-аккумуляторные батареи, аккумуляторная батарея (АКБ), промышленный интернет вещей (IIoT), транспортное средство (ТС).

OPERATIONAL INDICATORS OF THE LIFE CYCLE OF AN ELECTRIC VEHICLE

Zinger Daniil Yu. – student 3 courses of the specialty, Automobile and Road Faculty, Department of Ground transport and Technological machines, direction of ground transport and technological means

*Podoprigora Nikolay Vl. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Ground Transport and Technological Machines
St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering*

Abstract: *The article is devoted to the issue of a systematic approach to the formation of the life cycle of an electric vehicle. The authors analyze the existing approach to the production, operation and disposal of ETS, taking into account the dynamics of the growth in the number of electric cars, the launch of production facilities for their assembly on the territory of the Russian Federation. Based on the conducted research, a model of the life cycle of ETS is being developed, which includes the stages of processing and recycling of waste used in the production of new ETS.*

Keywords: *Life cycle (LC), electric vehicle (ETS), electric vehicles, transport, electric buses, recycling, recycling, operation, traction batteries, rechargeable battery (battery), industrial Internet of Things (IIoT), vehicle (TS).*

Согласно статистическим данным [1], количество электротранспорта на дорогах Российской Федерации за последние пять лет увеличилось почти на 30000 тыс. штук. Таким показателям способствует и государственная поддержка производств в рамках концепции развития электротранспорта в РФ до 2023г. (Концепция по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта в Российской Федерации на период до 2030 года) [2,3]. Правительством активно реализуются программы по развитию экологически чистого транспорта и стимулированию роста численности ЭТС среди населения.

С 2014 года в России действует программа обновления парка общественного транспорта, которая предусматривает закупку преимущественно электрических автобусов и троллейбусов. В рамках программы уже было закуплено более 15000 электрических транспортных средств. В крупных городах России набирает обороты программа развития инфраструктура для электромобилей, увеличивается количество зарядных станций.

Однако несмотря на эти инициативы, доля электромобилей на российском рынке остается низкой. По состоянию на 2022 год, всего около 1% новых автомобилей, проданных в России, были электрическими, с каждым годом число зарегистрированных электромобилей растет, диаграмма представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Количество зарегистрированных электромобилей в России

Модель жизненного цикла, представленная на рисунке 2, демонстрирует концепцию жизненного цикла электромобиля, обеспечивающую снижение затрат на производство, эксплуатацию и утилизацию. Это находит свое отражение и на улучшении экологической

обстановки, как при производстве, так и при списании ЭТС. Отличие от классической модели жизненного цикла ТС заключается в проработке отдельных этапов утилизации, эксплуатации и использования вторичного сырья. Благодаря расширению функциональных возможностей внедрения искусственного интеллекта (ИИ), представляется целесообразным на этапе эксплуатации осуществлять накопление, обработку (анализ) данных о техническом состоянии ЭТС посредством применения промышленного интернета вещей (IIoT) [4].

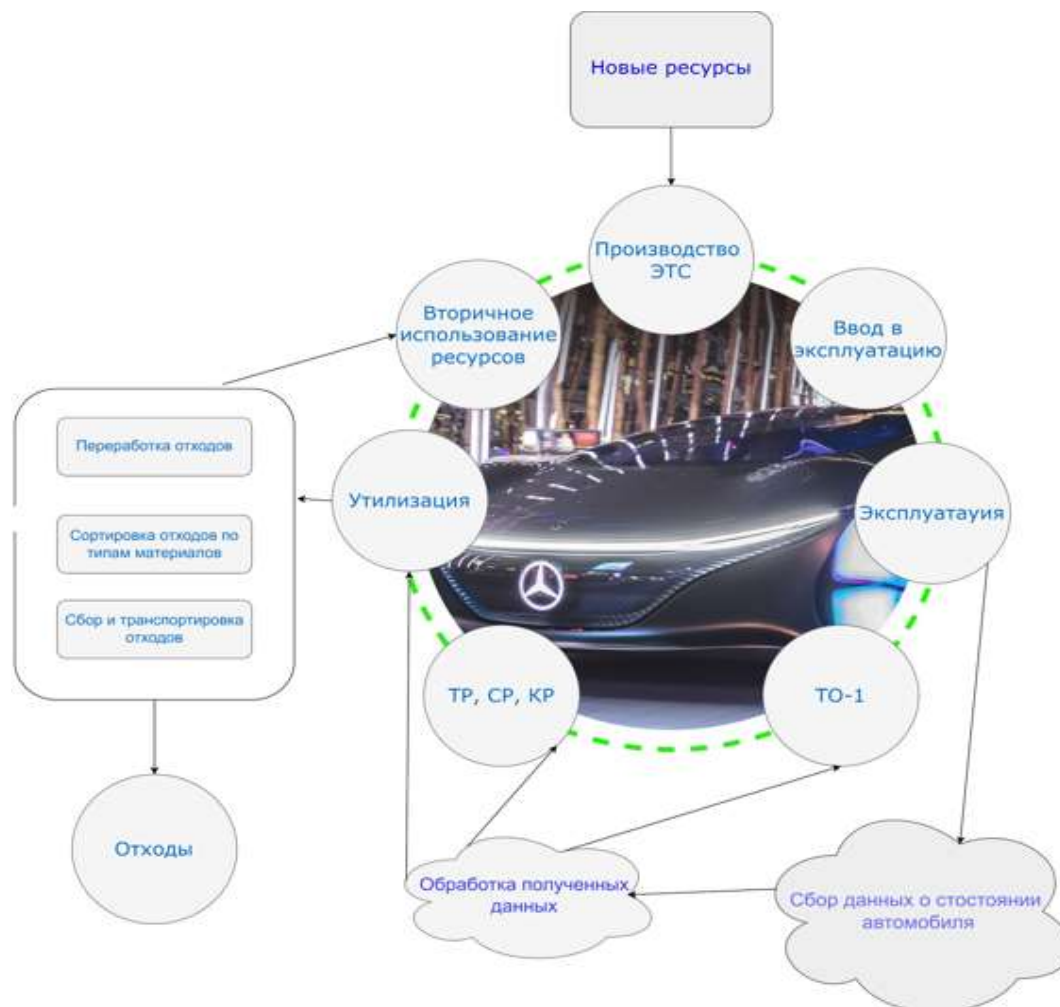


Рисунок 2 – Модель жизненного цикла

В модели жизненного цикла (ЖЦ) рассматривают все этапы, которые проходит ЭТС от производства до утилизации. Самой сложной задачей для экологии становится переработка литий-ионных аккумуляторов, которые требуют квалифицированных специалистов, а также оборудования для переработки и повторного использования компонентов. Возможность применять вторичное сырье помогает одновременно и утилизации списанных ТС и еще непроизведенных. При производстве нового ЭТС в атмосферу выбрасывается столько же вредных веществ, сколько и при производстве автомобилей с двигателем внутреннего сгорания. Благодаря внедрению новой модели жизненного цикла ЭТС, их производство и дальнейшая утилизация станет более экологически безопасной.

Эксплуатация транспортного средства – важная часть ЖЦ. Она является одной из важнейших и основополагающих, влияющих на срок службы ТС, его безопасность, технические характеристики. На этап эксплуатации оказывают влияние такие показатели как стиль и режим вождения, техническое состояние, состояние дорожного покрытия и т.д.

Режим эксплуатации – это важный параметр, который влияет на техническое состояние транспортного средства и запас хода. Различают городской, магистральный, смешанный,

экстремальный и другие режимы эксплуатации. От режима эксплуатации зависит периодичность и сроки проведения технического обслуживания автомобиля.

Регламенты по обслуживанию АКБ стали более индивидуальными, но не все производители учитывают арктические температурные условия, что может привести к некорректной работе аккумуляторов в холодных регионах. Отсутствуют четкие рекомендации по использованию АКБ в арктических условиях, и необходимы дополнительные меры для повышения их эффективности при низких температурах. Для обеспечения безопасной и эффективной работы электрооборудования в арктическом климате требуется провести исследования и разработать рекомендации по улучшению работы АКБ при экстремальных условиях [5,6].

Регламент технического обслуживания

В действующих на территории Таможенного Союза регламентах отсутствуют методики по проверке состояния аккумуляторных батарей для ЭТС, не оценивается эффективность их работы, остаточный ресурс. Основная характеристика литий-ионных аккумуляторов это зарядно-разрядный цикл, он влияет на емкость батареи, срок службы, плотность заряда.

Например, при проверке электробусов используют следующую схему инспекции: В начальный период эксплуатации электробуса выполняются: ежедневное техническое обслуживание (ЕТО); еженедельное техническое обслуживание (НТО); разовое техническое обслуживание ТО-2500 [7]. Такой способ реализован из-за больших пробегов ТС и постоянного нахождения их в парке, для электромобилей реализация такого способа невозможна.

Среди основных проблем тяговых аккумуляторов в результате нарушения и/или несоблюдения правил эксплуатации стоит выделить возгорание и быстрое снижение емкости. Зависимость емкости от количества циклов зарядки-разрядки показана на рисунке 3. Пожароопасность аккумулятора напрямую зависит от срока службы.

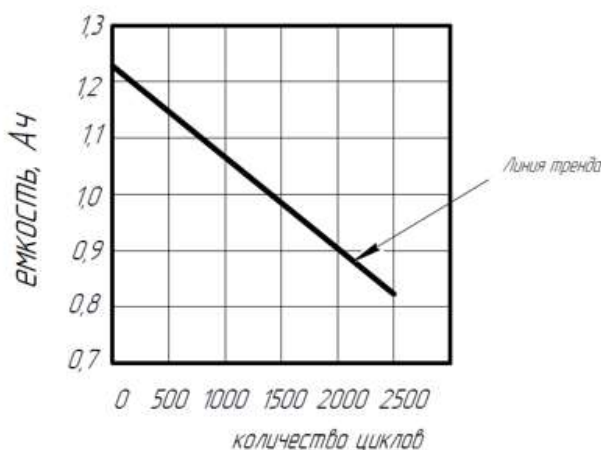


Рисунок 3 – Сравнение экспериментальных данных с данными расчета с использованием метода экстраполяции

Заключение. Жизненный цикл электрического транспортного средства — это процесс, который начинается с разработки концепции нового ТС и заканчивается его утилизацией или переработкой. Концепция ЖЦ электрического транспортного средства должна основываться на требованиях к проектированию ЭТС, его производству и эксплуатации, на этих этапах производитель должен предусмотреть упрощенную технологию разборки конструктивных элементов ЭТС, а также использовать материалы, наиболее подходящие для процесса утилизации, но не уступающие по своим эксплуатационным показателям существующим аналогам.

Список литературы

1. Электрокары и гибриды в России. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.autostat.ru/research/product/509/> (дата обращения 20.10.2023).
2. Концепция по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта в Российской Федерации на период до 2030 года. Проект распоряжения Правительства РФ. [Электронный ресурс]. – URL: <http://static.government.ru/media/files/bW9wGZ2rDs3BkeZHf7ZsaxnlbJzQbJt.pdf> (дата обращения 20.10.2023).
3. Стратегия развития транспортной системы Санкт-Петербурга и Ленинградской области на период до 2030 года // Разработчик: ООО «Транспортная интеграция». Заказчик АНО «Дирекция по развитию транспортной системы Санкт-Петербурга и Ленинградской области». – Санкт-Петербург. – 2016. – Том 1. – 245 с.
4. Зингер Д.Ю., Подопригора Н.В., Терентьев А.В. Система интеллектуального выбора станций зарядки электромобилей // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2021: материалы Международной научно-практической конференции, 09-10 ноября 2022. – СПб.: ИПТ РАН. – 2021. – С. 107-110.
5. Подопригора Н.В., Васильев Я.В. Модели управления эксплуатационной надежностью высокоавтоматизированных транспортных средств // Грузовик: научно-технический и производственный журн. – 2023. – № 8. – С. 20-25.
6. Подопригора Н.В., Пегин П.А., Доценко С.Н. Водитель в системе «Участник дорожного движения-транспортное средство-дорога-внешняя среда» // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2021: материалы Международной научно-практической конференции, 09-10 ноября 2021. – СПб.: ИПТ РАН. – 2021. – С. 220-223.
7. Подопригора Н.В., Терентьев А.В., Арифиллин И.В., Таланова И.Н. Концепция информационной модели УДД-ВАТС-АД-ВС-ДИ в системе обеспечения безопасности дорожного движения // Вестник Московского автомобильно-дорожного технического университета (МАДИ). – 2022. – № 3(70). – С. 22-27.

УДК 004.032.26, 004.83

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК И ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Хасанов Дмитрий Салимович – младший научный сотрудник лаборатории интеллектуальных систем

Косторнова Александра Сергеевна – младший научный сотрудник лаборатории интеллектуальных систем

Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук (СПб ФИЦ РАН), Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации Российской академии наук (СПИИРАН)

Аннотация. В последнее время возрос интерес к применению искусственного интеллекта (ИИ) для решения реальных проблем с целью повышения эффективности, безопасности транспортных систем. В данной работе основной интерес представляет решение транспортной задачи с учетом мультимодальных транспортных систем и последующее использование ее для решения нейросетевой задачи в ИИ. Мультимодальная транспортная задача - это не что иное, как задача линейного программирования, и поэтому она легко решается любым симплекс- алгоритмом. Для анализа предлагаемого метода приводится численный пример, решение которого позволяет выявить лучшее влияние на анализ реальных задач принятия решений.

Ключевые слова: нейронная сеть, искусственный интеллект, проблема принятия решений, транспорт, мультимодальная транспортная задача.

ANALYZING MULTIMODAL TRANSPORTATION PROBLEM AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATION

Khasanov Dmitry S. – junior researcher

Kostornova Alexandra S. - Junior Researcher

St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences (SPb FRC RAS), St. Petersburg Institute for Informatics and Automation of the Russian Academy of Sciences (SPIIRAS)

Abstract. In recent times, there has been an increased interest in the application of artificial intelligence to solve real-world problems in order to improve the efficiency, safety of transportation systems. In this paper, the main interest is in solving a transportation problem considering multimodal transportation systems and then using it to solve a neural network problem in AI. The multimodal transportation problem is nothing but a linear programming problem and hence it can be easily solved by any simplex algorithm. A numerical example is given to analyze the proposed method, the solution of which reveals the best impact on the analysis of real-world decision making problems.

Keywords: neural network, artificial intelligence, decision making problem, transportation, multimodal transportation problem.

В XXI веке к числу проблем, с которыми сталкиваются специалисты по транспорту, относятся проблемы с пропускной способностью, ненадежностью, низким уровнем безопасности и нерациональное использование ресурсов [1]. Рассматривая эти проблемы, мы сталкиваемся с фактом, что транспортные системы, как правило, представляют собой сложные системы, содержащие большое количество оборудования и различных участников, каждый из которых преследует свои цели. На ранних этапах исследования операций транспортная задача рассматривается как задача минимизации затрат на транспортировку грузов от источников к многочисленным пунктам назначения [2].

В повседневной жизни существует несколько задач принятия решений, таких как определение стоимости товара, прибыли для продавцов и принятие решений для реальных множественных целевых функций, которые порождаются транспортной проблемой, а классические транспортные проблемы учитываются в различных математических моделях [3].

Мультимодальная транспортная задача аналогична транспортной задаче с включением нескольких видов транспорта. Мультимодальная перевозка также известна как комбинированная перевозка, которая позволяет перевозить груз по одному договору, но при этом осуществляется как минимум двумя видами транспорта. Перевозчик несет ответственность за все этапы перевозки, даже если она осуществляется несколькими видами транспорта, такими как грузовые, морские и железнодорожные. Таким образом, если в системе транспортировки одной единицы товара, для перевозки используется более одного вида перевозчиков, то это мультимодальные перевозки [4].

Нейронные сети (НС) – это системы, состоящие из массивной сети вычислительных «нейронов», объединенных в слои. Регулируя веса сети, можно обучить НС аппроксимировать практически любую нелинейную функцию с требуемой степенью точности. Как правило, сеть имеет набор входных и выходных слоев, через которые сигналы поступают в нужные места. Многослойный перцептрон [5] (MLP) – наиболее распространенная архитектура инструмента нейронной сети. Топология MLP практически совпадает с графовой сетью мультимодальной транспортной проблемы. Здесь мы описываем, как поток информации достигает места назначения, рассматривая различные маршруты нашей задачи. Таким образом, возникает взаимосвязь между нейронными сетями и мультимодальной транспортной задачей [6].

В мультимодальной транспортной задаче имеются такие важные перспективы, как:

– снижение общих транспортных расходов за счет того, что каждый вид транспорта используется для той части поездки, для которой он подходит лучше всего;

- повышение экономической производительности и эффективности, тем самым повышая конкурентоспособность;
- снижение перегруженности и нагрузки на излишне мощное инфраструктурное оборудование;
- получение более высокой отдачи от инвестиций;
- снижение энергопотребления.

Для математической формулировки транспортной задачи мы используем следующие обозначения, которые приведены ниже:

$$\min z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq a_i \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \geq b_j \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad \forall i, j. \quad (4)$$

где z – затраты, i – склад/ хранилище, j – пункт назначения, m – общее количество истоков, n – общее количество направлений, C_{ij} – транспортные расходы на перевозку единицы товара от i -го пункта отправления до j -го пункта назначения, a_i – наличие товара в i -м пункте отправления, b_j – спрос в j -м пункте назначения, x_{ij} – количество груза, которое необходимо перевезти из i -го пункта отправления в j -й пункт назначения.

Ограничения (2) означают, что доступность в пункте отправления должна быть больше или равна количеству товаров, которые необходимо перевезти в пункты назначения из пункта отправления. Ограничения (3) означают, что количество товаров, перевозимых из пункта отправления в пункт назначения, должно удовлетворять минимальному требованию в пункте назначения. Ограничения (4) указывают на то, что количество перевозимых товаров не может быть отрицательным.

Модель находит оптимальное решение, если сумма наличия товаров в пунктах отправления (т.е. a_i) больше или равна сумме потребностей (т.е. b_j). Поэтому необходимым условием для получения оптимального решения предложенной модели является $a_i < b_j$

Для обоснования полезности мультимодальных транспортных перевозок приведем численный пример. Предположим, что имеются два центра поставки товара, а именно А1 и А2 (наземные пункты отправления), и D1 и D2 – конечные пункты назначения, в которые необходимо перевезти товарный продукт. Вместимость транспортного средства для доставки товара составляет 1000 единиц. Поэтому возникает проблема доставки товара, если заявки в пунктах назначения не кратны 1000 единиц. Опять же пункты назначения В1 и В2 могут принять товар от А1 и А2 и имеют возможность перевезти его в конечные пункты назначения D1 и D2. Из пунктов В1 и В2 в пункты D1 и D2 товары перевозятся транспортными средствами, вместимость которых составляет 100 единиц. Таким образом, снова возникает проблема доставки товара, если его количество не кратно 100. Также рассмотрим, что существует пункт назначения С1, который может принимать товары из пунктов А1, А2, В1 и В2 и поставлять их в пункты назначения D1 и D2. Перевозки из центра С1 в пункты назначения D1 и D2 не имеют такой грузоподъемности, т.е. между узлами может быть перевезено любое количество товара. Графическая сеть, соответствующая численному примеру, представлена на рисунке 1.

Переменные решения для транспортировки изделий рассматриваются следующим образом: От А1 и А2 до D1 и D2 рассматриваются как x^1_{ijl} (количество судов), использующих судоходный путь с пропускной способностью $a^1_l = 1000$.

Из В1 и В2 в D1 и D2 выбирается x^2_{ijl} (количество железнодорожных транспортных средств) при использовании железной дороги с пропускной способностью $a^2_l = 100$.

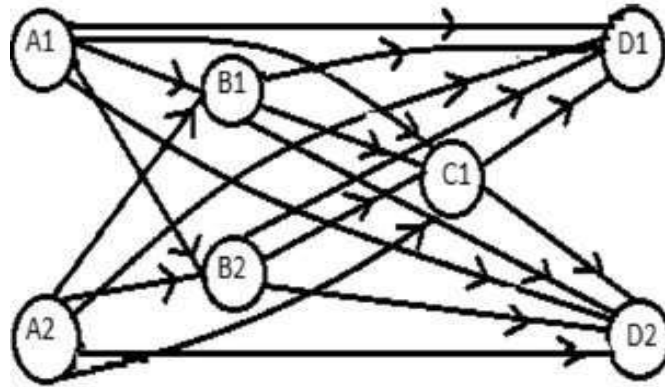


Рисунок 1 – Сеть, соответствующая численному примеру

От C1 до D1 и D2 принимается x^3_{ij1} (количество транспортных средств), использующих проезжую часть без каких-либо ограничений по вместимости автомобилей, т.е. $a^3_1=1$.

От A1 и A2 до C1 принимаются за x^1_{ij3} с ограничением по транспортному средству $a^1_3=500$. Перевозки из узлов B1 и B2 в узел C1 рассматриваются как x^2_{ij3} без ограничения на количество транспортных средств. Таким образом, x^2_{ij3} представляет собой количество грузов, которые должны быть доставлены в соответствующие узлы.

От A1 и A2 до B1 и B2 считаются x^1_{ij2} и $x^1_2=1$.

Поскольку $x^1_2=1$, то здесь x^1_{ij2} означает количество товаров, перевезенных в соответствующие узлы.

Выполнимость численного примера состоит из следующих ограничений:

Мощности поставок в наземных пунктах A1 и A2 представлены двумя ограничениями. Потребности в конечных пунктах назначения D1 и D2 учитываются двумя ограничениями.

Складские мощности в дополнительных пунктах отправления B1, B2 и C1 представляют собой три ограничения. Три ограничения необходимы для того, чтобы количество товаров, распределяемых из СЦ, т.е. B1, B2 и C1, не превышало количество хранимых там товаров. Таким образом, количество ограничений для модели в численном примере равно 10.

Несмотря на то, что существуют различные типы ИИ, здесь мы остановились на MLP (многослойный перцептрон), который наиболее часто используется. MLP рассматривается как статический ИИ, который широко используется в ряде реальных транспортных задач благодаря своей простоте и способности выполнять аппроксимацию функций нелинейного типа. В обычном понимании MLP состоит из трех слоев: входного, скрытого и выходного. Входной слой передает однонаправленный поток информации в скрытый слой и, наконец, поступает в выходной слой, а затем выдает реакцию сети на входные стимулы. Как правило, в этой сети существует три различных типа нейронов, организованных в слой [7].

Входной слой состоит из нейронов, количество которых равно количеству входных переменных. Нейроны скрытого слоя состоят из одного или нескольких скрытых слоев, которые обрабатывают информацию и преобразуют ее в закодированную форму знаний внутри сети [8].

Выбор количества скрытых слоев и числа нейронов в системе определяет точность и производительность сети. Выходной слой получает весь поток информации в виде выходного вектора. Топология MLP показана на рисунке 2.

На основе примеров, заданных в обучающем множестве, обучаемая нейронная сеть ассоциируется с некоторыми весами. Обучение продолжается последовательно до тех пор, пока ошибка между расчетным и реальным выходом по всем типам обучения не будет минимизирована. Ошибки выхода оцениваются в сравнении желаемого выхода с реальным. Таким образом, можно вычислить функцию ошибки, которая используется для распространения ошибки обратно в скрытый слой и во входной слой для изменения весов. Эта

итерационная процедура выполняется до тех пор, пока чистая ошибка, оцененная во всех слоях для достижения сигнала на выходном слое, не уменьшится до минимального значения [9].

Рассмотрим переменные (x_{ijk}^r) как количество связей, необходимых между любыми двумя нейронами на разных уровнях в нашей сети. К коэффициенту (a_{rk}) в каждом канале присоединяется взвешенный коэффициент (w_{rk}). Вычисленная ошибка связана с передачей информации с одного уровня на другой, которая в сети MLP принимается за (C_{ijk}^r), а в сети мультимодальной транспортной задачи, рассматривается как удельная стоимость транспортировки. Ограничения строятся в соответствии с максимально допустимым количеством ошибок в узле. Если при передаче информации с какого-либо слоя на другой слой возникают трудности, то поток информации в соответствующем канале прекращается, и в этом случае переменная $x_{ijk}^r=0$. Это аналогично ситуации в сети, когда между соответствующими узлами не существует маршрута.

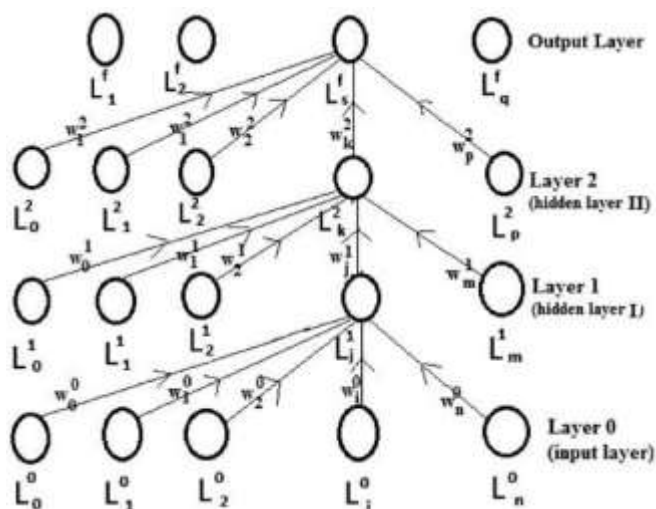


Рисунок 2 – Графическое представление MLP

В транспортной системе при наличии нескольких видов транспорта возникает множество ситуаций, в которых традиционный ТП не позволяет сформулировать математическую модель и найти наименее затратный маршрут перевозки. В связи с этим для формулирования математической модели при наличии нескольких видов транспорта была применена предложенная нами модель мультимодальных перевозок, которая позволила получить решения по выбору вида транспорта, а также оптимальное решение задачи [10].

Рассмотрен новый подход к решению задачи NN в области MLP с помощью ММТР. В связи с этим данное исследование позволило установить мост между двумя различными областями, а именно транспортной проблемой и искусственным интеллектом в области исследования операций.

Список литературы

1. Tregubov A.S., Maluygina O.V. Neural Network Model for Finding Contradictions in Natural Language Use Using Tripletloss Function // Components of Scientific and Technological Progress. – 2020. – No. 7(49). – Pp. 9-14.
2. Агарков С.А., Путинцев Н.М., Черных А.А. Интермодальные и мультимодальные технологии перевозок на примере морских транспортных перевозок в Арктике // Наука и образование – 2018: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Мурманск: Мурманский государственный технический университет, 2019. – С. 177-188.

3. Костин Н.С. Место модульных нейронных сетей в классификации искусственных нейронных сетей // Интеллектуальный потенциал XXI века: ступени познания. – 2013. – № 19. – С. 91-95.
4. Cheng Yu., Anikeev E.A. Understanding convolutional neural networks // Новые аспекты моделирования систем и процессов: материалы Международной научно-практической конференции. – Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова. – 2023. – С. 230-236.
5. Горохова А.С. Обзор современных проблем международных морских перевозок // Новая экономика, бизнес и общество: материалы Апрельской научно-практической конференции молодых учёных. – Владивосток: Дальневосточный федеральный университет, 2019. – С. 331-336.
6. Чижова Е.М. Основные угрозы кибербезопасности и проблемы морских перевозок // Научно-исследовательский центр «Technical Innovations». – 2021. – № 6. – С. 189-192.
7. Хасанов Д.С., Свистунова А.С. Оценка эффективности обслуживания пассажиров в аэровокзальном комплексе // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2020: материалы Юбилейной международной-научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 10–11 ноября 2020 года.– Санкт-Петербург: Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко РАН, 2020. – Том 2. – С. 32-37.
8. Svistunova A.S. Khasanov D.S. Improving the efficiency of traffic management in a metropolis based on computer simulation // Computing, Telecommunications and Control. – 2021. – Vol. 14, No. 3. – P. 33-42.
9. Хасанов Д.С., Свистунова А.С. Технология сбора данных в логистике // Системный анализ в проектировании и управлении: материалы XXV Международной научной и учебно-практической конференции. – СПб.: Политех-Пресс. – 2021. – Ч. 3. – С. 275-279.
10. Concept and Models of Information Application for Actions in Systems / A. Geyda, L. Fedorchenko, I. Lysenko [et al.] // Conference of Open Innovations Association, FRUCT. – 2022. – No 31. – P. 407-415.

УДК 656.022

СИСТЕМНЫЕ ВОПРОСЫ СОПРЯЖЕНИЯ ШИРОТНЫХ И МЕРИДИОНАЛЬНЫХ МЕЖДУНАРОДНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ КОРИДОРОВ РФ

Астахова Алена Сергеевна – студент

Глинский Владимир Анатольевич – кандидат технических наук, доцент кафедры интермодальных перевозок и логистики

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова

Курганова Надежда Владимировна – аспирант 4 курса, кафедры управления транспортным бизнесом и интеллектуальные системы

ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта»

Аннотация. В статье сформулирована идея интеграции широтных транспортных коридоров РФ, включая МТК «Северный морской путь» (СМП) с меридиональными коридорами путем создания мультимодальных терминально-сетевых альянсов (ТСА). Строительство терминалов осуществляется в зависимости от роли терминала в ТСА по модели «Hub-and-Spoke». Интегрированная матричная структура с единым логистическим оператором формирует нейтральную среду ТСА.

Ключевые слова: нейтральная среда, международный транспортный коридор «Север-Юг», цифровой двойник, мультимодальный альянс перевозчиков.

SYSTEMIC ISSUES OF CONNECTION OF LATITUDE AND MERIDIANAL INTERNATIONAL TRANSPORT CORRIDORS OF THE RUSSIAN FEDERATION

Astakhova Alena S. – student of the Saint Petersburg University of Civil Aviation

Glinskiy V.A. – Ph.D., Associate Professor, Department No. 30 «Intermodal Transport and Logistics» the Saint Petersburg University of Civil Aviation

Kurganova N.V. - Postgraduate student, Department of Transport Business Management and Intelligent Systems, The Russian University of Transport (RUT MIIT)

Abstract. The article formulates the idea of integrating the latitudinal transport corridors of the Russian Federation, including the Northern Sea Route (NSR) with meridional corridors by creating multimodal terminal network alliances (TNA). The construction of terminals is carried out depending on the role of the terminal in the TNA according to the "Hub-and-Spoke" model. An integrated matrix structure with a single logistics operator forms a neutral TNA environment.

Keywords: neutral environment, international transport corridor "North-South", digital twin, multimodal alliance of carriers.

Основные грузообороты перевозок, связанные с внутренней и международной торговлей, сконцентрированы в РФ вдоль осей Восток-Запад (широтные МТК) и Север-Юг (меридиональные МТК).

СМП, наряду с Транссибирской магистралью (ТСМ) и БАМом представляют собой основные широтные МТК РФ. Так СМП связывает все арктические регионы РФ (Северный Ледовый Пояс), включая их основные промышленные комплексы. Вместе с крупнейшими реками, впадающими в Северный Ледовитый океан, и Трансполярной магистралью СМП стал основой для формирования единой транспортной системы Крайнего Севера РФ [1].

Для перехода из ЕС в КНР по СМП нужно 25 дней и 625 тонн мазута, а при использовании Суэцкого канала – 35 дней и в среднем на 40% топлива меньше. Доставка китайских товаров в Европу именно по морю через СМП - «Ледовый Шелковый путь» (Ice Silk Road) или «Полярный Шелковый путь» (Polar Silk Road) имеет существенную перспективу. Вдоль СМП предполагается расположить 8 основных транспортно-логистических кластеров (рис. 1): Мурманский, Архангельский, Ненецкий, Норильский, Таймырский, Северо-Якутский, Чукотский.

Под интеграцией СМП, ТСМ, Шелкового пояса (ШП) подразумевается создание ТСА перевозчиков, которые будут осуществлять перевозки в собственной терминальной инфраструктуре, построенной по модели «Hub-and-Spoke» из связанных кластерных систем (узловых региональных хабов) через указанные интегрированные и крупнейшие реки Сибири. Эффективность работы ТСА реализуется узловыми экспедиторами через статус грузовых агентов ТСА путем «разделения нейтральных накладных» на домашнюю и мастер – накладную [2]. Связанные кластерные системы «Hub-and-Spoke» формируют интегрированную сеть перевозчиков, управляемую единым логистическим оператором [3]. При организации синхромодальных перевозок в ТСА предполагается внедрение клиринговой системы взаиморасчетов и мониторинга на базе цифрового двойника [4].

Обширное пространство северных регионов РФ на сегодня остается вне единой логистической системы страны. Так в регионах Красноярского края осталось немало промышленных зон, которые так и не сформировали единую логистическую сеть, где возрождается интерес к ряду нереализованных глобальных («сталинских») проектов прошлого. Потенциал транспортной системы Красноярского края (р. Енисей, СМП и ТСМ) очевиден – это и перспективы выхода на СМП и на «Южный вектор» – (монгольский транзит к Индийскому океану – рис. 2).



Рисунок 1 – Основные транспортно-логистических кластеры СМП

Основные задачи по развитию транспортной сети СМП, а также их решения представлены в таблице 1.

Например, именно через Монголию в Китай просматривается транзитный потенциал недалекого будущего – проект «Строительство железной дороги «Элегест-Кызыл-Курагино» и освоение минерально-сырьевой базы Республики Тыва с выходом от Кызыла через Западную Монголию на Урумчи (Китай), а отсюда в Пакистан, Индию. Ныне активно обсуждается привлечение китайских инвестиций к развитию добычи угля в Тыве.

Таблица 1 – Задачи и их решения по развитию СМП

№ п/п	Решаемые задачи и цели	Специфика решения
1	Развитие транспортных маршрутов РФ	Задействование ТСМ, БАМа, а также рек Оби, Енисея и Лены
2	Доведение пропускной способности СМП до 50 – 80 млн. тонн ежегодно	Значительный рост грузопотоков каботаж, экспорта, импорта и транзита
3	Модернизация северных морских портов РФ с приоритетом Мурманска, Архангельска и Петропавловск-Камчатского	Создание по всей трассе условий для сервисного обслуживания МТК (грузовых терминалов, центров связи, навигационной безопасности и т.д.).
4	Скоростное взаимодействие с ж/д и морским транспортом при перевалке груза с (на) речные суда	Создание и развитие грузовых терминальных комплексов в портах сибирских рек и СМП
5	Осуществление круглогодичной навигации по сибирским рекам, а также по Карскому и Баренцеву морям	Сведение ледокольной проводки на нет за счёт увеличения интенсивности движения судов при взаимодействии рек с другими МТК
6	Увеличение пропускной способности морских портов Мурманска, Архангельска, Находки, Владивостока и Ванино	Создание тыловых терминалов, тем самым освобождая порты для новых партий груза и повышая их оборачиваемость



Рисунок 2 – Перспективы новой магистрали Кызыл – Курагино (монгольский транзит)

Несомненно, что особое значение имеют перспективы другого меридионального МТК «Север-Юг», который в современных условиях экономических санкций превращается для РФ в своеобразную «Дорогу жизни», интегрируя грузопотоки «широтных коридоров». Именно это диктует первостепенную необходимость включения его в создаваемый интегрируемый ТСА наряду с СМП, ТСМ, ШП и БАМом, что позволит МТК «Север-Юг» конкурировать с Суэцким каналом.

Развитие терминальной структуры возможно по модели «Hub-and-Spoke» и унифицированной технологии PI (Physical Internet), при управлении ТСА единым логистическим оператором [5].

Таким образом, связанные кластерные системы «Hub-and-Spoke» формируют интегрированную сеть ТСА перевозчиков путем сопряжения широтных и меридиональных МТК с единым логистическим оператором интегрированной матричной структуры, с единым статусом узловых интеллектуальных агентов ТСА, единой тарифной системой, клиринговыми взаиморасчетами и унифицированной («бесшовной») цифровизацией логистических процессов [6].

Список литературы

1. Глинский В.А., Мухаммадиев М.Т. Интеграция СМП в систему евро-азиатских транспортных коридоров путем создания мультимодальных терминальных альянсов // Проблемы транспорта Дальнего Востока: материалы научно-практической конференции с международным участием. – Владивосток: Мор. гос. ун-т. – 2019. – С. 45-49.
2. Глинский В.А. Концепция мультимодальной кооперации в нейтральной сети логистических терминалов // Логистика – Евразийский мост: материалы 14-й Международной научно-практической конференции. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет. – 2019. – С. 80-84.

3. Шведов В.Е. Транспортно-логистические системы перевозки грузов: учебник. – СПб.: ИЦ «Интермедия», 2019. – 288 с.
4. Бобылев А.В., Глинский В.А., Прутков Г.М. Создание мультимодальных альянсов перевозчиков в нейтральной терминальной сети доставки грузов // Транспортное планирование и моделирование: материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 34-41.
5. Глинский В.А., Малюченко В.К., Елина Е.И., Иванов А.П., Палагин Ю.И. Математическая модель терминальной системы физического интернета для создания его цифрового двойника // Логистика – форсайт-исследования, профессия, практика: материалы Национальной научно-образовательной конференции. – 2022. – С. 177-181.
6. Палагин Ю.И. Интермодальные транспортно-логистические процессы. – СПб.: Политехника, 2019. – 367 с.

УДК 338.47:656 (470.1/.2+571.121)

ВОЗРОЖДЕНИЕ АВИАЦИИ НА ЕВРОПЕЙСКОЙ И ПРИУРАЛЬСКОЙ АРКТИКЕ

Шевелёва Анна Анатольевна – младший научный сотрудник лаборатории проблем транспорта

Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера ФИЦ Коми НЦ УрО РАН

Аннотация. Работа посвящена возрождению авиации на Европейской и Приуральской Арктике (ЕиПА). Отмечено, что необходима модернизация её инфраструктуры, расширение маршрутной сети, использование отечественных самолетов, способных работать в условиях Севера и Арктики. Возрождение авиации ЕиПА невозможно без развития малой авиации. Для полноценного функционирования Северного морского пути (СМП) необходима Полярная авиация, в том числе малая и региональная, а также реконструкции аэропортовой сети вдоль СМП.

Ключевые слова: аэропорты и аэродромы, Полярная авиация, Европейская и Приуральская Арктика, возрождение, Воркута.

REVIVAL OF AVIATION IN THE EUROPEAN AND CIS-URAL ARCTIC

Sheveleva Anna A. – Junior researcher of the Laboratory of transport problem

Institute of social-economic and energy problems in the North of Federal Research Center of Komi Science Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

Abstract. The work is devoted to the revival of aviation in the European and Cis-Ural Arctic (ECUA). It was noted that it is necessary to modernize its infrastructure, expand the route network, and use domestic aircraft capable of operating in the conditions of the North and the Arctic. The revival of ECUA aviation is not possible without the development of small aviation. The full functioning of the Northern Sea Route (NSR) requires Polar aviation, including small and regional, as well as the reconstruction of the airport network along the NSR.

Keywords: airports and airfields, Polar aviation, European and Cis-Ural Arctic, revival, Vorkuta.

Возрождение авиации на Европейской и Приуральской Арктике (ЕиПА) связано с необходимостью модернизации её инфраструктуры (аэропортов, аэродромов), расширения маршрутной сети и использования более современных отечественных воздушных судов на

местных и региональных авиаперевозках, способных работать в условиях Севера и Арктики. В деятельности авиации ЕиПА на краткосрочную перспективу возможны изменения, связанные с существующей маршрутной сетью полетов. Этому способствует ежегодное обновление списка субсидируемых авиарейсов, временное закрытие части южных аэропортов РФ, реконструкция (с мая 2023 г.) взлетно-посадочной полосы аэропорта Архангельск (Талаги), активное освоение Утреннего (Салмановского) месторождения (ЯНАО).

Наличие действующих аэропортов и аэродромов позволяют их использовать как наземную базу для возрождения авиации ЕиПА. Для возрождения авиации ЕиПА необходимой базой являются аэропорты и аэродромы: Амдерма, Апатиты, Архангельск, Баваненково, Варандей, Воркута, Инта, Мурманск, Усинск, Усть – Цильма, Нарьян-Мар, Сабетта, Салехард, а так же действующие в Российской Арктике аэропорты, например – Диксон, Игарка, Норильск [1]. Основная проблема в возрождении авиации состоит в отсутствии воздушных судов, которые могут эксплуатироваться в условиях Арктики [2]. Так например, на сегодняшний день у воздушного судна типа ЛМС-901 «Байкал» отсутствуют соответствующие отечественные серийные авиадвигатели (ВК-800С).

Возрождение авиации ЕиПА невозможно без развития малой авиации. На данный момент основная проблема заключается том, что авиационный парк технически устарел. Для полноценного функционирования Северного морского пути (СМП) необходима Полярная авиация, в том числе малая и региональная [3,4].

В районе города Воркута функционирует два аэродрома [5]. Один аэродром входит в состав аэропорта «Воркута». Эксплуатантом аэропорта Воркута является АО «Комиавиатранс» [6]. Аэропорт имеет асфальтобетонную взлетно-посадочную полосу класса В, способную принимать самолеты: Л-410; АН-12, 24, 26; ИЛ-18, 114; ЯК-40, 42; ТУ-134; CRJ-100/200; АTR-42; ЕМВ-120ЕR и другие типы воздушных судов 3-4 классов, а также вертолеты всех типов. Часовая пропускная способность служб аэропорта по прибытиям/отправлениям для воздушных судов всех типов – 2 самолета/час. Среднесуточный объем пассажирских перевозок – 143 чел. Среднесуточный объем грузовых перевозок – 1,932 т.

В настоящее время регулярное воздушное сообщение Воркуты с Москвой и Сыктывкарком осуществляют авиакомпании «Комиавиатранс» и др. Наземную базу аэропорта «Воркута» необходимо привести в соответствие с Ведомственными нормами технологического проектирования (ВНТП) – аэропорты.

Кроме гражданского аэропорта в районе города Воркута располагается база Дальней авиации Воздушно-Космических сил России – аэродром «Советский». Существует проект реконструкции аэродрома [7] и строительства на его базе аэропортового комплекса, а также перевода в совместное базирование с гражданским сектором. Существующие мощности аэропорта Воркута вполне удовлетворяют современным потребностям в авиационных перевозках. Недостатком является техническая невозможность обеспечения регулярных рейсов «тяжелых» (I, II категории) самолетов, т.к. продолжению взлетно-посадочной полосы препятствуют местные гидрологические условия.

Базирование Арктической (Полярной) авиации необходимо осуществлять на аэродроме Советский (находящийся в ведении Министерства обороны РФ) с его дальнейшей реконструкцией под гражданский сектор, а также в аэропорту Воркута. Это позволит патрулировать территорию на самолетах типа АН-24 (с практической дальностью полета около 2000 км) от Мурманска на западе и почти до пролива Вилькицкого на востоке. Более современные воздушные суда, например АН-74 и АН-140, имеют практическую дальность более 2500 км, а с максимальной топливной загрузкой – более 3000 км. Также необходимо отметить, что расстояние по прямой от Мурманска до начала Северного морского пути (пролив Карские ворота) составляет около 1000 км, что на пределе эффективного радиуса наиболее распространенного арктического самолета – АН-24.

Базирование Арктической авиации на аэродромах Воркуты повысит авиасвязанность субъектов ЕиПА. Город Воркута имеет магистральное железнодорожное круглогодичное сообщение с остальными частями страны по магистрали Коноша-Воркута [8]. Существует

прямое пассажирское сообщение с городами Адлер, Киров, Лабытнанги, Москва, Нижний Новгород, Санкт-Петербург, Сыктывкар и др.

Отметим, что аэродромы Воркуты, имея железнодорожное обеспечение, находятся ближе всех других авиатранспортных узлов (с железнодорожным обеспечением) в Российской Арктике к трассам СМП.

Перечисленные выше преимущества аэродромов Воркуты (максимальное расстояние авиапатрулирования СМП, повышение авиасвязанности субъектов ЕиПА, железнодорожное обеспечение), позволят сделать вывод о возможности размещения в их районе наземной базы Арктической авиации РФ.

Работа выполнена по теме НИР «Разработка научных основ анализа функционирования и прогнозирования развития транспортной сети Европейской и Приуральской Арктики» (№ гос. регистрации 121021800127-1)

Список литературы

1. Фомина И.В., Шевелева А.А. Авиационная подвижность населения Северного региона на примере Европейского и Приуральского Севера России // Актуальные проблемы, направления и механизмы развития производительных сил Севера – 2018: материалы Шестой Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). – 2018. – Ч. 2. – С.277-281.

2. Шевелёва А.А. О возрождении полярной авиации на Европейском Севере России // Актуальные проблемы, направления и механизмы развития производительных сил Севера – 2020: материалы Седьмой Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). – Сыктывкар: ООО «Коми республиканская типография», – 2020. – Ч. II. – С.82-83.

3. Киселенко А.Н., Сундуков Е.Ю. К проблеме возрождения и эксплуатации Северного Морского Пути // Проблемы развития транспортной инфраструктуры Европейского Севера России: материалы Межрегиональной научно-практической конференции. – Котлас, 2021. С. 169-171.

4. Киселенко А.Н. Значение транспортной системы Республики Коми и Ненецкого Автономного округа в возрождении Северного Морского Пути // Материалы Всероссийской научной конференции. – Архангельск: Архангельский филиал Института экономики УрО РАН. – 2003. – С.67.

5. Киселенко А.Н., Малащук П.А. Воркута – крупный транспортный узел российской Арктики // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2016: материалы Международной научно-практической конференции. – СПб: ИПТ РАН. – 2016. – Т. 2. – С. 52-54.

6. Перечень документов аэропорта Воркута. Сведения о технической возможности аэропорта/ АО «Комиавиатранс». [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.komiaviatrans.ru/airport/docs.php?id=5&m=9> (дата обращения 31.05.2023).

7. Торговая система Спецстройторг «Открытый запрос предложений на право заключения договора на выполнение буровых и лабораторных работ по инженерно-геологическим изысканиям по объекту: «Реконструкция аэродрома «Воркута» (Советский)», н.п. Советский, г. Воркута, Республика Коми (шифр объекта: 11/АЭР-В)». [Электронный ресурс]. – URL: http://www.sstorg.ru/market/view.html?action=view_pdo&type=5360&id=630555/ (дата обращения 31.05.2023).

8. Шевелёва А.А. Воздушный транспорт Европейской и Приуральской Арктики // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2020: материалы Юбилейной международной научно-практической конференции. – СПб: ИПТ РАН. – 2020. – Т.2. – С. 57-59.

ТРАНСПОРТНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

Пеплер Артём Эдуардович – младший научный сотрудник лаборатории проблем организации транспортных систем

Шаталова Наталья Викторовна – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории проблем организации транспортных систем

Бородина Ольга Владимировна – научный сотрудник лаборатории интеллектуализации транспортных систем

ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук

Аннотация. В настоящее время в Северо-Кавказском федеральном округе присутствуют благоприятные условия для развития различных отраслей экономики. Одним из благоприятствующих факторов является трансграничное положение регионов, входящих в состав округа. Однако естественные преимущества до сих пор не реализованы в полной мере. Для эффективного развития регионов необходимо поступательное развитие всех отраслей экономики, в том числе и транспортной отрасли, рассматривая ее в одном из приоритетных порядков как связующей звено между другими отраслями.

В работе рассмотрена транспортная инфраструктура Северо-Кавказского федерального округа, программы ее развития, приведены ранее проведенные исследования, а также указаны перспективы дальнейшего развития транспортной отрасли.

Ключевые слова: транспортная система, транспортная инфраструктура, стратегия, международный транспортный коридор.

TRANSPORT POTENTIAL OF THE NORTH CAUCASUS FEDERAL DISTRICT

Pepler Artem E. – Researcher at the Laboratory for Problems of Organization of Transport Systems

Shatalova Natalya V. – Ph.D., Leading Researcher of Laboratory of the organization of transport systems

Borodina Olga V. – Researcher of Intelligent transport systems Laboratory Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences

Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences

Abstract. Currently, the North Caucasus Federal District has favorable conditions for the development of various sectors of the economy. One of the favorable factors is the cross-border situation of the regions that make up the district. However, the natural advantages have not yet been fully realized. For the effective development of the regions, the progressive development of all sectors of the economy, including the transport industry, is necessary, considering it in one of the priority orders as a link between other industries.

This article examines the transport infrastructure of the North Caucasus Federal District, its development programs, provides previously conducted research, as well as the prospects for further development of the transport industry.

Keywords: transport system, transport infrastructure, strategy, international transport corridor.

Северо-Кавказский федеральный округ (СКФО) представляет собой административное формирование Российской Федерации, расположенное на юге европейской части России в нижнем течении реки Волги. Округ охватывает центральную и восточную часть Северного Кавказа.

СКФО в западной и северной части граничит с Южным федеральным округом, на востоке имеет водную границу с Казахстаном через Каспийское море, на юге – сухопутные границы с Абхазией, Азербайджаном, Южной Осетией и Грузией.



Рисунок 4 – Карта Северо-Кавказского федерального округа [1]

Доля сельского хозяйства в валовом региональном продукте составляет 22%, а доля продукции обрабатывающей промышленности не превышает 15%.

Сектор государственного управления и сфера социальных услуг, включая коммунальные, играет значительную роль в формировании валового регионального продукта, их общий вклад составляет до 55% [2].

Развитие трудовой мобильности населения затруднено из-за слабого развития транспортной инфраструктуры, что обуславливает сравнительно низкий уровень жизни населения.

Программы развития Северо-Кавказского федерального округа

С целью эффективного развития регионов были разработаны и реализуются различные государственные программы развития СКФО в том числе:

- транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года с перспективой до 2035;
- стратегия социально-экономического развития Северо-Кавказского федерального округа до 2025 года;
- государственная программа «Развитие Северо-Кавказского федерального округа»;
- соглашение о международном транспортном коридоре «Север-Юг» (Санкт-Петербург, 12 сентября 2000 г.).

Одной из основных задач социально-экономического развития регионов СКФО на период до 2025 года является возможность перехода от модернизации транспортной инфраструктуры к ее развитию на основе комплексного и сбалансированного развития всех ее элементов [3].

Ранее проводимые исследования

Значительный вклад в теорию и практику исследования региональной транспортной инфраструктуры внесли работы отечественных специалистов и ученых. Тем не менее, изученность многих вопросов еще далека от завершения, а по некоторым принципиальным моментам отсутствует единое мнение. Мало затронуты проблемы формирования и рационального размещения транспортной инфраструктуры с учетом характерных особенностей региона [3].

Сводный анализ инвестиционной привлекательности СКФО был разработан Ассоциацией экономического взаимодействия субъектов Российской Федерации, находящихся в пределах Северо-Кавказского федерального округа (далее – Ассоциация

«Северный Кавказ»). Целью комплексного анализа инвестиционной деятельности регионов СКФО является формирование пула инвестиционных проектов. В результате анализа были определены основные виды деятельности и товарные группы, потенциально интересные для привлечения инвестиции в каждом из регионов СКФО. При этом совершенно не рассмотрена транспортная инфраструктура региона, которая является одним из важнейших факторов развития регионов [4].

Заместитель Председателя Правительства Чеченской Республики – министр автомобильных дорог Чеченской Республики Тумхаджиев А.Б. в одной из своих работ по исследованию проблем разработки трендов развития и размещения транспортной инфраструктуры Чеченской Республики, говорит о необходимости построения стратегических планов развития транспортной отрасли в соответствии с особенностями регион [5].

В статье Шаруновой Е.В. и Пономаревой Е.А. «Транспортная инфраструктура СКФО: определение и стратегии развития» приводится SWOT-анализ, в ходе которого были выявлены сильные и слабые стороны, а также возможности и угрозы, стоящие перед транспортной инфраструктурой СКФО. Одновременно авторы работы отмечают необходимость учета специфических особенностей развития региона [6].

Проблемы транспортного планирования регионального уровня были рассмотрены Крыловым П.М. на примере Ставропольского края в статье «Пространственное планирование транспортной системы ставропольского края». Обоснованные в статье транспортные проекты использованы при разработке Стратегии пространственного планирования Ставропольского края [7].

В работе Тагирова Ш.М. «Транспортная инфраструктура республики Дагестан: оценка и перспективы развития» выявлены характерные особенности транспортного комплекса и приводится сравнительная оценка отрасли, определены потенциальные возможности и предпосылки развития транспортной инфраструктуры региона [8].

Достигнутые результаты

Автомобильный транспорт. Основными автодорожными узлами на территории Северо-Кавказского федерального округа являются Ставрополь, Минеральные Воды, Нальчик, Грозный и Махачкала. Общая протяженность автомобильных дорог СКФО на конец 2022 года составила 93257,8 км. Общая протяженность дорог каждого из субъектов с 2018 по 2022 год представлена в таблице 1 [9].

Таблица 3 – Общая протяженность автомобильных дорог общего пользования по данным на конец 2022 года, км [9]

	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021г.	2022 г.
Северо-Кавказский федеральный округ, км	93 256,8	92 086,7	90 178,3	89 457,9	88 361,3
Республика Дагестан, км	31 056,0	30 250,4	28 961,2	28 678,6	28 001,3
Республика Ингушетия, км	4 591,0	4 615,8	4 812,2	4 631,0	4 630,8
Кабардино-Балкарская Республика, км	10 468,5	10 311,9	9 740,8	9 424,5	9 341,5
Карачаево-Черкесская Республика, км	7 079,7	7 065,7	6 996,1	6 979,3	7 002,7
Республика Северная Осетия-Алания, км	6 671,2	6 587,7	6 584,2	6 553,6	6 537,8
Чеченская Республика, км	12 873,0	12 826,6	12 677,6	12 797,8	12 632,6

Грузооборот автомобильного транспорта по СКФО за I полугодие 2023 года вырос на 12,4% по сравнению с аналогичным периодом 2022 года. При этом доля грузооборота Российской Федерации, приходящаяся на СКФО, составляет 1,9% (табл. 2).

Железнодорожный транспорт. Эксплуатационная длина железнодорожных путей сообщения в СКФО с 2018 по 2022 год не изменилась и составляет 2101,1 километров. Округ находится на 4-м месте по плотности железнодорожных путей сообщения – 123 километра на 10 000 кв. км [11].

Водный транспорт. Одним из приоритетных направлений развития морского транспорта Российской Федерации в Прикаспийском регионе является развитие инфраструктуры глубоководных портов. На Махачкалинский морской порт проходит 55% грузов Каспийского бассейна, при этом 87% грузов, проходящих через порт, составляет нефть. Зерно и тарно-штучные лесные грузы составляют соответственно примерно 10% и 3%. Пропускная способность грузовых терминалов составляет 11 млн. тонн в год. Порт связан морскими путями с прикаспийскими государствами, а внутренними водными, железнодорожными и автомобильными магистралями со всей территорией Российской Федерации. В том числе судоходным путем через г. Астрахань по р. Волге в направлении Север-Юг с выходом в Белое, Балтийское, Черное и Средиземное моря [12].

Таблица 2 – Грузооборот автомобильного транспорта [10]

	Млн т. км	В % к I полугодию 2022 г.	Удельный вес в общем объеме перевозок грузов, %
Российская Федерация	70730,2	105,7	100
Северо-Кавказский федеральный округ	1316,1	112,4	1,9
Республика Дагестан	84,5	183,4	0,1
Республика Ингушетия	... ¹⁾	83,5	0,0
Кабардино-Балкарская Республика	6,8	67,0	0,0
Карачаево-Черкесская Республика	46,5	110,6	0,1
Республика Северная Осетия – Алания	... ¹⁾	128,0	0,0
Чеченская республика	181,0	45,8	0,3
Ставропольский край	991,1	147,4	1,4
<i>1) Данные не публикуются в целях обеспечения конфиденциальности первичных статистических данных, полученных от организаций в соответствии с Федеральным законом от 29 ноября 2007 г. № 282-ФЗ «Об официальном статистическом учете и системе государственной статистики в Российской Федерации» (п. 5 ст.4, 1 ст.9).</i>			

Несмотря на активное развитие мировой морской торговли, объёмы грузоперевозок в Каспийском регионе, осуществляемые через российский порты, ежегодно снижаются, что говорит о неполном использовании потенциала сотрудничества с прикаспийскими государствами [12].

Одним из предложений по развитию региона является создание инфраструктуры для обслуживания маломерных судов, в том числе яхт. Для развития туристической деятельности одной из возможных площадок мог бы стать г. Дербент [12].

Для развития перспективной контейнерной перевозки, а также перевозки зерна, необходимо создание нового глубоководного порта (терминала) предположительно в районе г. Каспийска, в том числе создание складских помещений и транспортной инфраструктуры [12].

Главными водными магистралями округа являются реки Кубань, Терек, Сулак и Сунжа.

Воздушный транспорт. На территории СКФО действует 8 международных аэропортов: Владикавказ (Беслан), Грозный (Северный), Магас, Махачкала (Уйташ), Минеральные воды, Нальчик, Симферополь, Ставрополь (Шпаковское).

Приоритетными проектами развития воздушного транспорта станет организация воздушно-железнодорожного хаба в аэропорту Махачкалы и создании воздушно-железнодорожного хаба в аэропорту Минеральные воды. Кроме того, к числу приоритетных проектов относится реконструкция аэропортов Нальчик, Беслан, Грозный, Магас, Уйташ, Шпаковское.

Точных данных о перевозке грузов и пассажиров воздушным транспортом в СКФО не предоставлено.

Транспортный потенциал

СКФО обладает уникальными конкурентными преимуществами, включая свое трансграничное положение, международные транспортные маршруты, высокую долю соответствующих качественных региональных автомобильных дорог – 68,6% по состоянию на 01.01.2022 г. (по Российской Федерации – 50,6%), природно-климатические условия [13].

На территории СКФО действуют 5 автомобильных, 6 воздушных и 2 морских пункта пропуска (рис. 2).

Одной из ведущих отраслей экономики СКФО является транспорт, на долю которого приходится около 10% валового регионального продукта. Округ расположен рядом с крупными российскими и зарубежными рынками, на пересечении крупных грузопотоков. Сеть международных транспортных коридоров включает в себя следующие:

- участки международного транспортного коридора «Север-Юг», проходящие по автомобильным и железным дорогам по направлению Москва – Ростов-на-Дону (Астрахань) – Махачкала – Дербент далее на Иран и в страны Персидского залива;
- ветви международного транспортного коридора «Север-Юг», отходящие от автомагистрали М-29 от Беслана на Грузию;
- морское сообщение представлено маршрутами от Махачкалы на Актау (Республика Казахстан), Туркменбаши (Турмения) и «Транскаспийский» маршрут в Амир-Абад (Иран) [2];
- важный транзитный вектор через Краснодарский край на Республику Крым [14].

Реализация международного транспортного коридора «Север-Юг» представляет собой глобальную задачу, нацеленную на интеграцию Российской Федерации в мировую систему грузоперевозок. Главными преимуществами этого транспортного коридора является сокращение в 2 и более раз расстояния и затрат на перевозку. А также наличие развитой инфраструктуры железнодорожного, морского и автомобильного видов транспорта, имеющих выход на транспортные системы прикаспийских государств [2].

Заключение. Особенности географического положения СКФО делают его важнейшим геостратегическим и геополитическим мультимодальным макрокроузлом, обладающим уникальными интеграционными свойствами, соединяя Европу и Азию, Россию с Ближним Востоком.

Активное развитие и эффективное функционирование транспортной инфраструктуры является одним из базовых условий перехода экономики региона к инновационному характеру развития, повышения ее конкурентоспособности. СКФО обладает значимыми запасами собственных природных ресурсов, таких как нефть, газ, минеральные воды, для реализации которых требуется наличие развитой транспортной инфраструктуры, но при этом наиболее приоритетным является доступ к зарубежным рынкам посредством транзита.

В тоже время современное состояние транспортного комплекса и, в первую очередь транспортно-логистической инфраструктуры, может стать системным ограничением социально-экономического развития СКФО.

Список литературы

1. Официальный сайт полномочного представителя Президента Российской Федерации в Северо-Кавказском федеральном округе. [Электронный ресурс]. – URL: <http://skfo.gov.ru/district/> (дата обращения 02.10.2023).

2. Стратегия социально-экономического развития Северо-Кавказского федерального округа до 2025 года. [Электронный ресурс]. – URL: <http://skfo.gov.ru/district/soc/sed/> (дата обращения 15.10.2023).

3. Тумхаджиев А.Б. Формирование и развитие региональной транспортной инфраструктуры (на материалах Чеченской Республики): специальность 08.00.05: диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Тумхаджиев Абубакар Бухаруевич. – Грозный, 2012. – 183 с.

4. Ассоциацией экономического взаимодействия субъектов Российской Федерации, находящихся в пределах Северо-Кавказского федерального округа (далее – Ассоциация «Северный Кавказ». Сводный анализ инвестиционной привлекательности Северо-Кавказского федерального округа. Пятигорск, 2020. [Электронный ресурс]. – URL: <http://skfo.gov.ru/media/files/file/9Zep1AUM4huRfv7S2LLpES8omPkh48fo.pdf> (дата обращения 12.11.2023).

5. Тумхаджиев А.Б. Проблемы функционирования региональной транспортной инфраструктуры в современных условиях // Terra Economicus. – 2012. – Т. 10, № 1-2. – С. 95-97.

6. Шарунова Е.В., Пономарева Е.А. Транспортная инфраструктура СКФО: определение и стратегии развития // Kant. – 2011. – № 3. – С. 118-121.

7. Крылов П.М. Пространственное планирование транспортной системы Ставропольского края // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. – 2018. – № 2. – С. 71-79.

8. Тагиров Ш.М. Транспортная инфраструктура республики Дагестан: оценка и перспективы развития // УЭПС: управление, экономика, политика, социология. – 2020. – № 1. – С. 41-54.

9. Федеральная государственная служба статистики. Пути сообщения и количество автозаправочных станций. Протяженность и характеристики автомобильных дорог общего пользования (с 2006 г.). [Электронный ресурс]. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/prot_avto_dor_obsch-2022.xls (дата обращения 15.10.2023).

10. Федеральная государственная служба статистики. Социально-экономическое положение федеральных округов. Электронные версии (I полугодие 2023 года). [Электронный ресурс]. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/sev-kavkaz_fo_2k-2023.pdf (дата обращения 15.10.2023).

11. Федеральная государственная служба статистики. Пути сообщения и количество автозаправочных станций. Эксплуатационная длина и плотность железнодорожных путей общего пользования (с 2000 г.). [Электронный ресурс]. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/expl_dl_plot_ZD.xlsx (дата обращения 15.10.2023).

12. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 08.11.2017 г. № 2469-р «Стратегия развития российских морских портов в Каспийском бассейне, железнодорожных и автомобильных подходов к ним в период до 2030 года». [Электронный ресурс]. – URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&prevDoc=102767004&backlink=1&&nd=102449187> (дата обращения 12.11.2023).

13. Постановление Правительства Российской Федерации от 29.09.2023 г. № 1607 «О внесении изменений в государственную программу Российской Федерации «Развитие Северо-Кавказского федерального округа». [Электронный ресурс]. – URL: <http://government.ru/docs/all/149707/> (дата обращения 16.10.2023).

14. Сокуров С.Н. Северный Кавказ как актуальный геополитический и геостратегический узел // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Юридические науки. – 2014. – № 4. – С. 415-422.

ФОРМИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ ВНОВЬ ПРИСОЕДИНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ НОВОРОССИИ

Орешикина Алина Дмитриевна – младший научный сотрудник лаборатории организации транспортных систем

Шаталова Наталья Викторовна – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории проблем организации транспортных систем

Бородина Ольга Владимировна – научный сотрудник лаборатории интеллектуальных транспортных систем

ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук

Аннотация. В работе авторы анализируют результаты интеграции Донецкой и Луганской Народных Республик, а также Запорожской и Херсонской областей в состав транспортной системы Российской Федерации в 2022, 2023 годах. В докладе приведено описание промышленной инфраструктура региона, приведены характеристики регионов с точки зрения эффективности транспортных задач, сделан обзор структуры транспортной сети территорий Новороссии, создаваемой на существующей и планируемой транспортной инфраструктуре регионов.

Ключевые слова: транспортная отрасль, государственные задачи, геополитические условия, потенциал территорий, транспортное планирование.

TRANSPORT NETWORK CREATION FOR NEWLY ANNEXED TERRITORIES, FOR NOVOROSSIA AS EXAMPLE

Oreshkina Alina D. – Junior Researcher of Laboratory of organization the transport systems, Shatalova Natalya V. – Ph.D., Leading Researcher of Laboratory of organization the transport systems

Borodina Olga V. – Researcher of Laboratory of the organization of intelligent transport systems

Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences

Abstract. В работе авторы анализируют результаты интеграции Донецкой и Луганской Народных Республик, а также Запорожской и Херсонской областей в состав транспортной системы Российской Федерации в 2022 году. В докладе приведено описание промышленной инфраструктуры региона, приведены характеристики регионов с точки зрения эффективности решения транспортных задач, сделан обзор структуры транспортной сети территорий Новороссии, создаваемой на существующей и планируемой транспортной инфраструктуре регионов.

Keywords: transport industry, government objectives, geopolitical conditions, potential of territories, transport planning.

Транспорт, как базовая составляющая экономики отражает не только рост, но и падение всех направлений развития территорий. Проблема, которую выносят авторы на конференцию «Транспорт России: проблемы и перспективы» это изучение аспектов транспортного планирования территорий, входящих в состав новой для себя транспортной системы России. Слияние двух систем с разным уровнем и целям существования, разным инфраструктурным и геополитическим положением, но имеющим одну задачу – рост промышленного, экономического и социального развития [1].

Донецкая Народная Республика (ДНР), Луганская Народная Республика (ЛНР), Запорожская и Херсонская области в 2022 году включены в перечень субъектов Российской Федерации в составе Южного федерального округа и представлены на рисунке [2].



Рисунок – Карта вновь присоединенных территорий Новороссии

За почти восемь лет в рассматриваемых регионах уничтожено и частично разрушено более 2,2 тыс. объектов гражданской инфраструктуры [3]. Однако восстановление разрушенных территорий необходимо рассматривать как мощный фактор, способствующий экономическому и социальному росту территорий.

Характеристики новых регионов с точки зрения транспортного планирования также различны – ЛНР, например, не имеет выхода к морю, остальные его имеют, но инфраструктура и глубина недостаточны для грузопотока современного уровня социального развития населения и потенциала промышленности региона.

Плотность населения равномерная от 1,4 млн. человек до 2,2 млн человек в ДНР.

Крупнейшие города Луганск, Красный Луч и Алчевск, Донецк, Макеевка и Горловка, Мелитополь, Бердянск, Токмак, Энергодар, Херсон, Новая Каховка и Каховка граничат с Белгородской, Воронежской и Ростовской областями, что находит своё отражение в решениях по видам транспорта. Так развитие железнодорожного сообщения принято и вводится отдельно от целей ОАО «РЖД» силами Ростовской области.

Транспортная инфраструктура регионов различна, но планы по её развитию озвучены на Транспортной неделе. Автомобильные дороги исторически являются самыми доступными, как для населения, так и для грузопотоков [4]. В регионах, где промышленность, машиностроение и добывающая отрасли являются градообразующими, требуется наличие железнодорожного сообщения.

Транспортная структура железных дорог будет развиваться вне сети ОАО «РЖД». Для этой цели создано предприятие ФГУП «Железные дороги Новороссии», объединившее железные дороги ДНР, ЛНР, Запорожской и Херсонской областей, которое подчиняется Федеральному агентству железнодорожного транспорта (Росжeldор). Данное решение позволяет объединить логистику новых регионов, обновить подвижной состав и централизованно управлять процессом перевозок [3].

Таблица – Характеристика субъектов с точки зрения транспортного планирования

Характеристики	ЛНР	ДНР	Запорожская область	Херсонская область
Площадь	26,7 тыс. кв. км	26,5 тыс. кв. км	27,2 тыс. кв. км	28,5 тыс. кв. км
Население	1,4 млн человек	2,2 млн человек	1,4 млн человек	1 млн человек
Крупнейшие города	Луганск, Красный Луч и Алчевск	Донецк, Макеевка и Горловка	Мелитополь, Бердянск, Токмак, Энергодар	Херсон, Новая Каховка и Каховка
Граничит	РФ: Белгородская, Воронежская и Ростовская области, ДНР Украина: Харьковская область	РФ: Ростовская и Запорожская области, ЛНР Украина: Днепропетровская и Харьковская области	РФ: Херсонская область и ДНР Украина: Днепропетровская область	РФ: Республика Крым, Запорожская область Украина: Днепропетровская и Николаевская области
Выход к морю	выхода к морю не имеет	на юге к Азовскому морю	на юге к Азовскому морю	на юго-западе к Черному морю, на юго-востоке – Азовскому

Анализ перспектив региона позволяет утверждать, что автомобильные дороги могут стать пусковым механизмом не только для связи территорий Новороссии с другими регионами, но и, благодаря высоким темпам их строительства, привлекать смежные производства в экономику [5]. Железные дороги ввиду специфики экономики их продукта не имеют быстрого решения, но есть планы по строительству новой железнодорожной ветки из Ростовской области через Северное Приазовье. Развитие железнодорожного сообщения станет механизмом наращивания мощности грузооборота морских торговых и пассажирских портов.

Список литературы

1. Малыгин И.Г., Комашинский В.И., Шаталова Н.В., Асаул А.Н. Когнитивная экономика и транспорт // Технологии построения когнитивных транспортных систем: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – СПб.: ИПТ РАН. – 2018. – Т. 1. – С. 21-29.
2. Новые территории – драйвер роста экономики или обуза? // Военное обозрение. [Электронный ресурс]. – URL: <https://topwar.ru/204655-novye-territorii-drajver-rosta-jekonomiki-ili-obuza.html> (дата обращения 01.11.2023).
3. Железные дороги Новороссии обойдутся без РЖД // Vgudok. [Электронный ресурс]. – URL: <https://vgudok.com/lenta/zheleznye-dorogi-novorossii-oboydutsya-bez-rzhd-v-rossii-rojavilas-transportnaya-struktura> (дата обращения 01.11.2023).
4. Коновалова Т.В., Надирян С.Л., Орешкина А.Д. Повышение безопасности дорожного движения в Краснодаре // Наука. Техника. Технологии (Политехнический вестник). – 2021. – № 1. – С.186-191.
5. Яшин М.Г., Черных А.К., Шаталова Н.В. Оптимизация использования автомобильного транспорта при восстановлении железнодорожных объектов // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2021: материалы Международной-научно практической конференции. – СПб.: ИПТ РАН. – 2021. – Т. 1. – С. 147-152.

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ НА ЭТАПЕ «ПОСЛЕДНЕЙ МИЛИ»

Глинский Владимир Анатольевич – кандидат технических наук, доцент кафедры интермодальных перевозок и логистики

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова

Курганова Надежда Владимировна – аспирант 4 курса, кафедры управления транспортным бизнесом и интеллектуальные системы

ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта»

Верченева Юлия Витальевна – студент 4 курса кафедры интермодальных перевозок и логистики

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова

Аннотация. Сформулированы формы адаптации современных инноваций в области складской деятельности, почтовых технологий и беспилотного транспорта при формировании логистической подсистемы «последней мили».

Структура терминально-сетевого мультимодального Альянса делится на три домена: «первая миля», магистраль и «последняя миля» (мобильная пользовательская сеть, включая «облачное хранение»), развитие которой видится на основе глобальной унификации в соответствии концепцией PI/π трех указанных доменов при передаче логистики единому оператору.

Ключевые слова: «последняя миля», беспилотный летательный аппарат (БПЛА), физический интернет PI (Physical Internet – PI/π), склад последней мили, единый статус интеллектуальных грузовых агентов Альянса, нейтральная накладная.

PROBLEMS OF DEVELOPMENT OF INTELLIGENT MULTIMODAL TRANSPORT SYSTEMS AT THE "LAST MILE" STAGE

Glinskiy Vladimir A. – Candidate of technical sciences, Associate Professor of the Department of Intermodal Transportation and Logistics

Saint Petersburg State University of Civil Aviation

Kurganova Nadezhda Vl. – 4th year postgraduate Student, Department of Transport Business Management and Intelligent Systems

Russian university of transport (MIIT)

Vercheneva Yulia V. – 4th year student, Department of the Intermodal Transportation and Logistics

Saint Petersburg State University of Civil Aviation

Abstract. The forms of adaptation of modern innovations in the field of warehousing, postal technologies and unmanned transport in the formation of the logistics subsystem of the «last mile» are formulated.

The structure of the terminal-network multimodal Alliance is divided into three domains: «first mile», backbone and «last mile» (mobile user network, including «cloud storage»), the development of which is seen on the basis of global unification in accordance with the PI/πi concept of the three specified domains when transferring logistics to a single operator.

Keywords: «the last mile», unmanned aerial vehicle (UAV), physical Internet PI (Physical Internet - PI/pi), last mile warehouse, unified status of intelligent cargo agents of the Alliance, neutral waybill.

Концепция PI (Physical Internet – PI/π) предполагает максимально унифицировать транспортную логистику глобальных терминальных систем, заложив в терминально-сетевой мультимодальный Альянс (ТСМА) идеологию доставки грузов по аналогии обмена данными во всемирной сети Internet. Маленькие и средние стандартизированные контейнеры (π-контейнеры) собираются в более крупный, по размеру которого выбирают транспорт, соответствующий его максимальной загрузке. Такие контейнеры будут удобны не только при погрузке и перевозке, но и при сортировке (консолидации).

Концепция PI/π подразумевает комплектацию товаров интеллектуальными грузовыми агентами в узлах ТСМА с использованием модульных π-контейнеров, начиная с маленькой коробки до размера морского контейнера. Используются три типа основных контейнеров: транспортный π-контейнер (он же заменяет паллеты) с размером, кратным 1,2 м; грузовой π-контейнер (он заменяет коробки, ящики) - в него вставляются упаковочные π-контейнеры; **упаковочный π-контейнер** (он заменяет потребительскую упаковку). PI/π – логистическая система, основанная на принципах физической, цифровой и операционной взаимосвязи, стандартных и свободных «интерфейсах», «протоколах» нейтральной среды, стандартах инкапсуляции (модульные π-контейнерах) с курьерским сервисом доставки («первой» и «последней» мили) [1]. В настоящее время в логистических узлах ТСМА произойдет масштабная стандартизация сетевых операций с модульными грузовыми единицами, не затрагивая этап «последней» мили, где разработка стандартов инкапсуляции находится на начальной стадии инноваций [2]. Анализ последовательных этапов развития проектируемого ТСМА показывает необходимость создания иерархической инфраструктуры узловых терминалов сети, включая мобильные терминалы, приближенные к конечному потребителю, и облачное хранение [3], воспринимаемое клиентом единым виртуальным терминалом [4].

Отметим важность многовариантного решения склада последней мили (СПМ), вплоть до функций мобильного терминала (платформы) подхода. Склад последней мили (last mile warehouse) – начало последнего этапа поставки товара в конечное место назначения – к потребителю (Клиенту ТСМА). Видимо, в будущем часть курьерских платформ (грузовиков, вертолетов и пр.) станут мобильными распределительными центрами, или платформами-носителями» для наземных и воздушных беспилотных робо-курьеров.

Иерархическая структура сети терминалов позволит управлять транспортными грузопотоками между целевыми регионами. Звенья 1-го уровня – это опорные и приграничные терминалы (место возникновения внешнеторговых грузопотоков). Звенья 2-го уровня – сателлитная сеть, – этап создания расширенной сети и глубокое проникновение в регион расположения опорного звена с целью концентрации/укрупнения грузопотоков по маршрутам. Звенья 3-го уровня – мобильные терминалы, обеспечивающие входение в клиентский регион для терминальных операций «последней мили» с терминальной инфраструктурой – филиальная сеть.

На рисунке изображена схема построения ТСМА, включая терминальную инфраструктуру филиальной сети. Главная цель СПМ – сократить время доставки и удовлетворит потребности клиентов, обеспечив своевременность получения заказов.

Типовая структура СПМ включает зону приемки товаров, область хранения, зону сборки и упаковки заказов, зону погрузки и отгрузки товаров. Структура филиальной сети таких СПМ учитывает ближайшие точки доставки.

Напомним, что термин «последняя миля» перекочевал в логистику из сферы телекоммуникаций, включая Internet, что делает более органичным распространение на нее концепции PI/π.

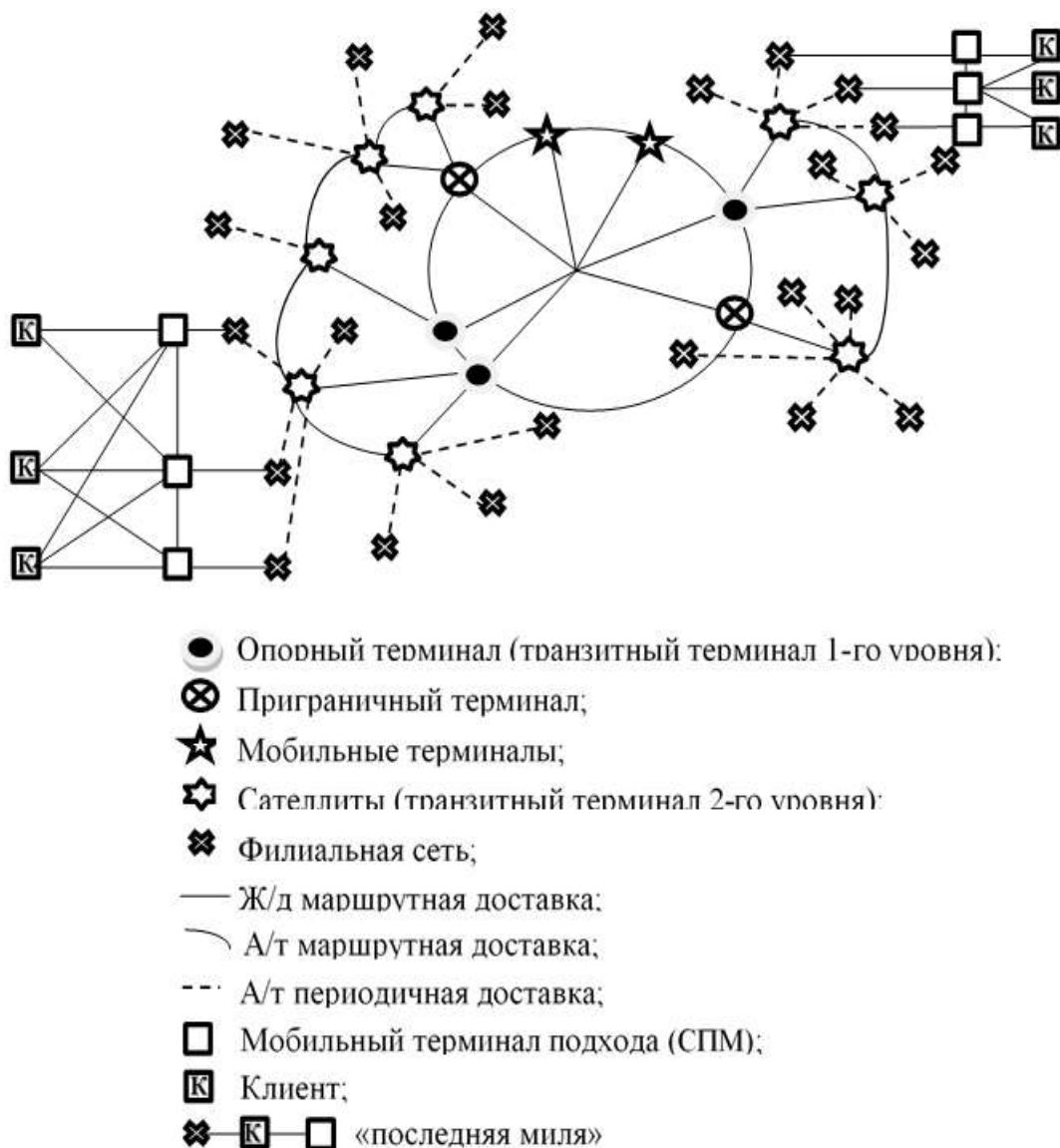


Рисунок – Схема построения терминальной сети

С другой стороны, внедрение высокоэффективных технологий «последней мили» обеспечит финальный эффект от объединения всех видов транспорта и участников транспортного процесса («первой мили» и этапов «последней мили», и магистрали) в единую технологическую систему. Ее элементами будет интеллектуальное управление транспортно-логистическими процессами в узлах сети Альянса и удобная система взаиморасчетов (клиринг Альянса) [4]. Нейтральная среда грузовых агентов Альянса подразумевает единый статус участников ТСМА (нейтральная накладная) [5].

Логистические сети ТСМА будут поддержаны инновационной инфраструктурой «последней мили»: почтовыми технологиями; технологиями складской деятельности и беспилотного транспорта и т.д.

Особый эффект может быть достигнут на этапе «последней мили» с использованием парка широкого типоразмерного ряда аппаратов БПЛА, дронов гибридного типа, расходуемых беспилотников, мобильных (летающих) платформ [6]. Курьерские платформы станут своего рода мобильными распределительными центрами СПМ.

Предстоит построение не только системы микро-иерархии мобильных терминалов «последней мили» (филиальная сеть), но и системы оформления возврата товара по этой системе. Автономный дрон будет также решать проблему «последней мили» как с помощью

дронов, запускаемых с транспортного пункта выдачи; так и облета микро терминальной сети «последней мили» – в режиме «коммивояжера БПЛА» и пр.

Заключение

1. Для достижения устойчивого развития ТСМА необходимо объединение усилий транспортных, операторских компаний и государственных служб для совершенствования мультимодальной технологии перевозки грузов в нейтральной среде формируемых структурах ТСМА.

2. Главная сложность в том, что формирование заказа, его «магистральное» исполнение и организация последней мили зачастую осуществляются разными компаниями. Один из выходов – исполнение заказа под ключ при передаче логистики единому оператору, что помогает объединить все звенья цепочки в одну систему эффективной доставки.

3. Структура ТСМА делится на три различных домена: «первая миля», магистраль и «последняя миля» (мобильная пользовательская сеть, включая «облачное хранение»), взаимодействующие между собой при внедрении инноваций (в почтовых, складских и беспилотных технологиях). Развитие π -контейнеризации и преобразование терминалов в мультимодальные логистические центры видится на основе глобальной унификации трех указанных доменов.

Список литературы

1. Глинский В.А., Гераськина М.Ю. Преобразование формата терминально-сетевых мультимодальных перевозок в логистическую систему физического интернета // Вестник Донецкой академии автомобильного транспорта. – 2021. – № 2. – С. 28-39.

2. Елина Е.И., Малюченко В.К., Глинский В.А. Способы оптимизации этапа «последней мили» в транспортной логистике // Техника и технологии наземного транспорта. Под ред. Е.Е. Витвицкого. – Омск, 2022. – С. 38-40.

3. Бобылев А.В. Создание мультимодальных альянсов перевозчиков в нейтральной терминальной сети доставки грузов // Транспортное планирование и моделирование: материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 34-41.

4. Ибрагимайлова Т.В. Инновационные маркетингово-логистические стратегемы формирования социально-экономических систем. – Донецк, 2022. – 320 с.

5. Шведов В.Е. Транспортно-логистические системы перевозки грузов. – СПб.: ИЦ «Интермедия», 2019. – 288 с.

6. Палагин Ю.И. Интермодальные транспортно-логистические процессы. – СПб.: Политехника, 2019. – 367 с.

УДК 656.7.022

НОВЫЕ МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПОТОКОВ ВОЗДУШНОГО ДВИЖЕНИЯ

Шайдуров Иван Георгиевич – кандидат технических наук, и.о. заведующего кафедрой организации и управления в транспортных системах

Тищенко Екатерина Викторовна – студент, направление подготовки «Государственное регулирование использования воздушного пространства»

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова

Аннотация. Целью данной статьи является разработка рекомендаций по совершенствованию процесса организации потоков воздушного движения в Российской Федерации на основе бенчмаркинга рассмотренных методов организации потоков воздушного движения, применяемых в мире.

Объектом исследования является прибывающий поток воздушных судов на аэродром Москва (Шереметьево).

Актуальность данной работы обусловлена тем фактом, что в условиях роста интенсивности полетов или резкого снижения пропускной способности значительно повышается важность деятельности по организации потоков воздушного движения в целях обеспечения безопасности полетов воздушных судов с учетом экономической эффективности их выполнения.

Ключевые слова: организация воздушного движения, организация потоков воздушного движения, пропускная способность, регулирующие меры, E-AMAN, XMAN.

NEW AIR TRAFFIC FLOW MANAGEMENT METHODS

Shaydurov Ivan G. – Ph.D, Head of the Department of Transport systems management

Tishchenko Ekaterina V. – Student

St. Petersburg State University of Civil Aviation

Abstract. The purpose of this article is to develop recommendations for improving the process of air traffic flow management in the Russian Federation based on benchmarking of the considered air traffic flow management methods used in the world.

The object of the study is arriving flows at Moscow (Sheremetyevo) airport.

The relevance of this work is due to the fact that in conditions of an increase of flights density or a capacity decrease, the importance of air traffic flow management increases significantly in order to ensure the safety of flights, taking into account their economic efficiency.

Keywords: air traffic management, air traffic flow management, capacity, regulation measures, E-AMAN, XMAN.

Гражданская авиация является одним из наиболее надежных, быстродействующих и экономичных видов транспорта и, несмотря на временные трудности, вызванные экономическим спадом на фоне распространения в конце 2019 года пандемии новой коронавирусной инфекции (COVID-19), а также взаимным закрытием воздушного пространства с рядом недружественных государств в конце февраля 2022 года, требуется некоторое время для ее восстановления до докризисного уровня с последующим развитием [1,2].

И поэтому для поддержания стабильной работы системы организации воздушного движения потребуется нечто большее, чем существующее обеспечение баланса спроса на выполнение полетов и пропускной способности системы обслуживания воздушного движения исключительно на этапах планирования полетов.

В связи с вышесказанным, можно отметить особую актуальность и важность в совершенствовании методов организации (регулирования) потоков воздушного движения (ОПВД) применительно к воздушным судам (ВС), находящимся уже в воздухе.

Деятельность по ОПВД является одной из компонент организации воздушного движения (ОрВД) и предназначена для поддержания баланса между потребностями пользователей воздушного пространства и пропускной способностью системы ОрВД, а также в целях обеспечения безопасного потока воздушного движения [3-5].

Главный оперативный орган Единой системы организации воздушного движения Российской Федерации – главный центр (ГЦ ЕС ОрВД) обеспечивает регулирование воздушного движения на всех этапах планирования использования воздушного пространства (ИВП), когда прогнозируемая интенсивность воздушного движения достигнет или превысит предельно допустимую пропускную способность органов ОВД, а также в случае ее ожидаемого сокращения.

Информирующие меры направлены на управление (повышение) пропускной способностью органов ОВД путем разработки предложений по организации воздушного пространства.

В том случае, если все меры по увеличению пропускной способности органов ОВД для обеспечения ожидаемого объема воздушного движения были исчерпаны, применяются регулирующие меры ОПВД.

Применение регулирующих мер ОПВД направлено на заблаговременное поддержание безопасных и упорядоченных потоков ВС на этапах планирования полета (т.е. до вылета) [2-6].

Меры регулирования ОПВД (рис. 1) разрабатываются в формате изменения маршрута полета, установления увеличенных интервалов горизонтального эшелонирования между ВС, а также слоты ОПВД, основанные на времени – назначение времени вылета, прилета или пролета пункта обязательного донесения (ПОД) на маршруте полета, а также установление частоты выпуска ВС на аэродроме. [6-12].



Рисунок 1 – Регулирующие меры по ОПВД

Меры по регулированию воздушного движения доводятся в формате стандартных сообщений, согласно требований [7].

Сходством американской и европейской систем является принцип «first come – first served» (первым пришел – первым обслужен), то есть предоставление преимущества тем эксплуатантам ВС, у которых согласно плана полета расчетное время входа в сектор ОВД было запланировано раньше других ВС.

Применение регулирующих мер ОПВД в Российской Федерации осуществляется на основе государственных приоритетов в соответствии со статьей 13 Воздушного кодекса Российской Федерации [1,2,11].

В Российской Федерации (по аналогии с США) для обеспечения увеличенных интервалов между ВС применяется метод ОПВД Miles in Trail (MIT). К примеру, в случае прогнозирования большого прилета с западного направления на аэродром Шереметьево, ГЦ ЕС ОрВД ранее связывался со службой ОПВД поставщика аэронавигационного обслуживания Беларуси с просьбой установить на определенный период времени увеличенные интервалы (до 10-15 морских миль) между ВС, следующими с посадкой в Москве. Благодаря этому у диспетчеров УВД Московского аэроузлового диспетчерского центра появлялся запас расстояния и времени, необходимых для создания очередности захода на посадку с минимальным применением других методов задержки – векторения и зон ожидания [12].

Существенным отличием мер ОПВД, применяемых в России и США, от вводимых Евроконтролем является то, что значительное изменение запланированного маршрута полета в Европе приведет к тому, что государство, через воздушное пространство которого ранее планировался маршрут полета, понесет убытки в связи с потерей аэронавигационных сборов. Именно по этой причине регулирование потоков Евроконтроля в формате изменения маршрута встречают сопротивление со стороны государств, пользующихся услугами ОПВД Евроконтроля, а авиакомпаниям приходится мириться с менее эффективными в топливном отношении маршрутами полета. В России или в США подобных причин для отказа от использования перемаршрутизации полетов возникнуть не может, т.к. оба государства имеют обширную площадь суверенного воздушного пространства и единственных национальных

поставщиков аэронавигационного обслуживания, в отличие от обслуживаемого Евроконтролем воздушного пространства совокупности европейских государств (43 государств) [12].

Организация Евроконтроль получает финансовую выгоду от сборов за аэронавигационное обслуживание за применение мер ОПВД исключительно в классе А воздушного пространства, в связи с чем внимание Евроконтроля смещено с проблем пропускной способности аэропортов на пропускную способность именно верхнего воздушного пространства.

Однако в России, США и Великобритании акцентируется внимание именно на пропускной способности аэродромов, которые являются самым «узким местом» системы организации воздушного движения, вследствие значительного количества времени и ресурсов, необходимых для развития инфраструктуры (строительство ВПП, скоростных рулежных дорожек, мест стоянок и пр.). Очевидно, что при этом наиболее простым и гибким является процесс совершенствования структуры воздушного пространства для его адаптации к ожидаемой интенсивности и объемам воздушного движения.

Поставщик аэронавигационного обслуживания Великобритании (NATS) на основе процедур MIT/MINIT, применяемых в США, организовал управление прибывающим потоком воздушного движения путем назначения времени пролета ПОД на заявленном маршруте или назначения времени посадки на аэродромах страны (Extended AMAN – XMAN). Другими словами: в Великобритании и в США «воздух работает на аэропорты», за счет ОПВД на маршрутах обеспечивается эффективность работы аэропортов, зачастую неспособных обслуживать поток «пиковой» интенсивности без помощи ОПВД [12].

В отличие от Великобритании и США, в России и Европе регулирование воздушного движения применяется на этапах планирования (до вылета воздушного судна), что безусловно снижает эффективность регулирования на тактическом этапе планирования ИВП.

Опыт NATS по применению тактических регулирующих мер к ВС, находящимся в воздухе (процедура XMAN), с удаления 600 морских миль от аэродрома посадки так же можно с успехом внедрить в Российской Федерации.

Целесообразно внедрить применение процедуры XMAN к ВС, находящимся уже в полете на удалении от аэродрома посадки до 1500 км (около двух часам полетного времени до посадки) [6].

С декабря 2019 года в ГЦ ЕС ОрВД эксплуатируется специализированное программное обеспечение, позволяющее заблаговременно выявлять проблемы пропускной способности воздушного пространства и аэродромов Российской Федерации [12].

ГЦ ЕС ОрВД при выявлении превышения пропускной способности аэродромов с помощью формы назначения времени прибытия имеет возможность распределять формуляры прилетающих ВС по времени посадки и направить сообщения (SAM) в авиакомпании и на аэродромы вылета [12].

Для реализации метода организации потоков XMAN необходимо применять сообщения SAM с назначением времени посадки также и к ВС, уже находящимся в полете на удалении не более 1500 км до аэродрома посадки. Данные сообщения SAM будут направляться в адреса органов ОВД, под управлением которых данные ВС находятся.

В свою очередь, диспетчер УВД при получении сообщения SAM доведет информацию о назначенном времени посадки до экипажа ВС, который в целях выполнения диспетчерской рекомендации скорректирует скорость полета.

Таким образом, реализация регулирующих мер ОПВД с помощью процедуры XMAN к ВС возможна полностью путем передачи экипажам ВС времени посадки диспетчерами УВД. Для внедрения метода XMAN потребуются внесение дополнений в технологии работы диспетчерского состава, а также доработка комплексов средств автоматизации управления воздушным движением (КСА УВД), эксплуатируемых в районных диспетчерских центрах, в целях обеспечения передачи данных о местоположении ВС в комплексы средств

автоматизации планирования использования воздушного пространства (КСА ПИВП) ГЦ ЕС ОрВД [12].

Применение метода XMAN для организации прилетающего потока на аэродромы Российской Федерации безусловно позволит сократить задержки (времени вылета и посадки, в зонах ожидания) в условиях приобретенной предсказуемости событий.

Экономическую оценку результатов внедрения метода XMAN предлагается выполнить на примере аэродрома Москва (Шереметьево).

Воздушные суда второго класса, выполняющие полеты на аэродроме Шереметьево, составляют преобладающее большинство, поэтому для расчетов предлагается использовать основные летно-технические характеристики Airbus A-320-100/200.

Для определения среднего расхода топлива в зонах ожидания с применением Руководства по летной эксплуатации (РЛЭ) воздушного судна Airbus A-318/320/321 необходимо выполнить расчет массы загруженного воздушного судна без учета топлива, т.к. именно это значение берется за расчетную посадочную массу на аэродроме посадки [10].

Расчет загрузки воздушного судна выполняется по формуле:

$$P_L = N_{pax}(P_{pax} + P_{bag}) + N_{cr}P_{cr} + P_{car}, \quad (1)$$

где P_L – загрузка воздушного судна, кг; N_{pax} – количество пассажиров, чел; P_{pax} – средний вес одного пассажира, кг; P_{bag} – средний вес одного места багажа, кг; N_{cr} – количество членов экипажа, чел; P_{cr} – средний вес одного члена экипажа, кг; P_{car} – вес коммерческого груза, кг.

Расчеты произведем с учетом 150 пассажиров и коммерческого груза весом 2000 кг. Примем средний вес пассажира вместе с проносимым на борт багажом равным 86 кг, вес багажа – 18 кг, вес члена экипажа – 77 кг.

При выполнении расчетов по (1) расчетная загрузка составит 18060 кг.

Масса загруженного воздушного судна без учета топлива рассчитывается по формуле:

$$ZFW = P_L + P_E, \quad (2)$$

где ZFW – масса загруженного воздушного судна без учета топлива, кг; P_L – загрузка воздушного судна, кг; P_E – масса пустого воздушного судна, кг.

В результате при выполнении расчетов по (2) масса загруженного воздушного судна без учета топлива составит 60460 кг.

Согласно РЛЭ воздушные суда семейства A320 при выполнении полетов с посадкой на аэродроме Шереметьево в случае нахождения в среднем около 15 минут в зонах ожидания (или при применении к ним процедуры векторения), сжигают дополнительно в среднем до 590 кг авиационного топлива [10].

Определим количество дополнительного топлива в месяц, затраченного авиакомпаниями в зонах ожидания:

$$Q = 0,59 N \left(\frac{\text{тонн}}{\text{месяц}} \right), \quad (3)$$

где Q – количество топлива в месяц, затраченного авиакомпаниями в зонах ожидания, тонн/мес; 0,59 – среднее количество топлива, затраченного на один полет в зоне ожидания длительностью 15 минут, т/ВС; $N_{ВС}$ – количество воздушных судов в месяц, находившихся в зонах ожидания, ВС/мес.

Таким образом, используя формулу (3), можно прийти к выводу, что каждое ВС, прилетающее на аэродром Шереметьево, регулярно выполняя полет в зоне ожидания до 15 минут, за один месяц дополнительно расходует около 18 тонн авиационного топлива. Учитывая, что средняя цена тонны авиационного керосина на аэродромах России составляет 67173,00 рублей (по состоянию на февраль 2023 года) [8], получим суммарные финансовые

затраты авиакомпании, выполняющей ежедневные полеты на аэродром Шереметьево, в размере около 1 209 114 рублей в месяц или 14 509 368 рублей в год.

Выполненные расчеты показали целесообразность внедрения нового метода XMAN, который за счет исключения зон ожидания позволит авиакомпаниям не только сократить издержки в виде расходов на дополнительное авиационное топливо, но также предоставит возможность осуществлять перевозку большего количества коммерческих грузов и полноценнее применять процедуру fuel tankering, что безусловно будет способствовать повышению рентабельности авиаперевозок [8,10].

Главными бенефициарами являются авиакомпании, но у выгоды от внедрения предлагаемого метода есть и социальный аспект, который заключается в улучшении общего экологического фона местности района аэродрома и повышения качества авиапутешествий для авиапассажиров [7].

Список литературы

1. Федеральный закон «Воздушный кодекс Российской Федерации» от 19.03.1997. № 60-ФЗ. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/9040995> (дата обращения 22.10.2023).

2. Федеральные авиационные правила «Организация планирования использования воздушного пространства Российской Федерации», утверждены приказом Министерства транспорта Российской Федерации от 16.01.2012 г. № 6. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_127677/8d770eb54dedef4f11657554dc284b7662cc16c/ (дата обращения 22.10.2023).

3. Федеральные авиационные правила «Организация воздушного движения в Российской Федерации», утверждены приказом Министерства транспорта Российской Федерации от 25.11.2011 г. № 293. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902319871> (дата обращения 22.10.2023).

4. Документ 9971 «Руководство по совместной организации потоков воздушного движения», ИКАО, издание второе. 2014. [Электронный ресурс]. – URL: https://aerohelp.ru/sysfiles/374_365.pdf (дата обращения 22.10.2023).

5. Документ 4444 «Правила аэронавигационного обслуживания. Организация воздушного движения», ИКАО, издание шестнадцатое. 2016. [Электронный ресурс]. – URL: <https://atc.spb.ru/RD/4444.pdf> (дата обращения 22.10.2023).

6. Документ 9750 «Глобальный аэронавигационный план на 2016-2030 годы», ИКАО, издание пятое, 2016 г. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.icao.int/publications/Documents/9750_cons_ru.pdf (дата обращения 22.10.2023).

7. Табель сообщений о движении воздушных судов в Российской Федерации, утвержден приказом Минтранса России от 24.01.2013 г. № 13. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902397031> (дата обращения 22.10.2023).

8. Положение об оперативных органах Единой системы организации воздушного движения Российской Федерации, утверждено приказом Росавиации от 25.12.2019 г. № 1414-П. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_344462/ (дата обращения 22.10.2023).

9. Методика определения нормативов пропускной способности диспетчерских пунктов (секторов) органов обслуживания воздушного движения», утверждена приказом Федерального агентства воздушного транспорта от 07 ноября 2012 г. № 757. [Электронный ресурс]. – URL: <https://atc.spb.ru/RD/757.pdf> (дата обращения 22.10.2023).

10. Руководство по летной эксплуатации воздушных судов Airbus A318/320/321. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.avsimrus.com/f/documents-16/?sort=down_m_12&minrating=&folder=16%2F (дата обращения 22.10.2023).

11. Олексин С.Л., Тищенко Е.В. Практические шаги по реализации нового метода организации потоков воздушного движения // Гражданская авиация на современном этапе

развития науки, техники и общества: материалы конференции. – М: МГТУГА. – 2023. – С. 493-494.

12. Олексин С.Л., Тищенко Е.В. Совершенствование методов организации потоков воздушного движения // Гражданская авиация: история и современность: материалы V международной научно-практической конференции. – СПб.: ФГБОУ ВО СПбГУГА им. А.А. Новикова. – 2023. – С. 153-164.

УДК 656.7.025

РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБСЛУЖИВАНИЯ ПАССАЖИРОВ ДЛЯ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК ЧЕРЕЗ АЭРОПОРТ СУРГУТ ИМЕНИ Ф.К. САЛМАНОВА

Тецлав Илья Александрович – старший преподаватель кафедры аэропортов и авиационных перевозок

Махмутова Алсу Риядовна – студент

*ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации
имени Главного маршала авиации А.А. Новикова*

Аннотация. Транспортный комплекс в Ханты-Мансийском автономном округе – Югра развивался, главным образом, для вывоза полезных ископаемых, что привело к изолированности поселков от более развитых населенных пунктов. В связи с этим доступ к поселениям ограничен, и различные виды транспорта функционируют сезонно. Большая площадь региона, суровые климатические условия, недостаточная развитость маршрутных сетей, зависимость экономики региона от нефтегазодобычи, а также высокая стоимость билетов привели к отсутствию сформированных внутрирегиональных транспортных сетей.

В случае отсутствия прямого транспортного сообщения одним видом транспорта, чтобы обеспечить максимальную доступность перевозок, смежные виды транспорта объединяются, создавая мультимодальные транспортные системы с удобной пересадкой пассажиров. Организация мультимодальных перевозок является важным инструментом для увеличения мобильности населения в крупных городах и агломерациях. В исследовании представлены рекомендации по организации обслуживания пассажиров для мультимодальных перевозок через крупнейший аэропорт региона – аэропорт Сургут имени Ф.К. Салманова.

Ключевые слова: мультимодальные перевозки, аэропорт Сургут, транспортная инфраструктура.

DEVELOPMENT OF RECOMMENDATIONS ON THE ORGANIZATION OF PASSENGER SERVICE FOR MULTIMODAL TRANSPORTATION THROUGH SURGUT AIRPORT NAMED AFTER F.K. SALMANOV

*Tetslav Ilya Al. – Senior Lecturer at the Department №. 23 «Airports and Air Transportation»
Makhmutova Alsu Riyadovna - student*

*St. Petersburg State University of Civil Aviation named after Chief Marshal of Aviation A.A.
Novikov*

Abstract. The transport complex in the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug - Yugra developed mainly for the export of minerals from the region, which led to the isolation of settlements from more developed settlements. In this regard, access to settlements is limited, and various modes of transport operate seasonally. The large area of the region, harsh climatic conditions, insufficient

development of route networks, the dependence of the region's economy on oil and gas production, as well as the high cost of tickets led to the absence of formed intraregional transport networks.

In the absence of a direct transport connection by one mode of transport, in order to ensure maximum accessibility of transportation, adjacent modes of transport are combined, creating multimodal transport systems with convenient passenger transfers. The organization of multimodal transportation is an important tool for increasing the mobility of the population in large cities and agglomerations. The study presents recommendations on the organization of passenger services for multimodal transportation through the largest airport in the region – Surgut Airport named after F.K. Salmanov.

Keywords: multimodal transportation, Surgut airport, transport infrastructure.

Транспортный комплекс Ханты-Мансийского автономного округа - Югра (ХМАО - Югра) многие годы развивался только по пути сообщения между месторождениями и вывоза полезных ископаемых из региона. Это повлияло на текущее положение транспортной инфраструктуры в Югре: большое количество малочисленных поселков, образованных в период добычи нефти или газа, оказались отрезаны от более развитых населенных пунктов. Ввиду физико-географических особенностей и суровых климатических условий региона, во многие поселения нет круглогодичного доступа. Например, на территории Белоярского района 5 из 11 поселений не имеют автомобильного сообщения с районным центром из-за отсутствия единой сети автодорог. Летом сюда можно добраться только воздушным (вертолет) или речным транспортом, а зимой – по автозимникам. В некоторых поселках представлено сразу несколько видов транспорта, но функционируют они сезонно и последовательно: в поселок Луговской в зимний период можно добраться по зимнику, летом на теплоходе, в период распутицы на вертолете.

Недостаточная развитость маршрутных сетей, изношенность объектов транспортной инфраструктуры и нехватка персонала приводит к высокой стоимости билетов на все виды транспорта. Усугубляют проблемы большая площадь региона и зависимость экономики ХМАО от нефтегазодобычи, так как значительная часть инфраструктуры является частной и недоступной для общего пользования (доля протяженности дорог необщего пользования составляет 75%), поэтому в регионе почти не сформированы внутрирегиональные транспортные сети. На сегодняшний день в связи с этим, в ХМАО отдельные районы остаются изолированными и труднодоступными. Это негативно сказывается на доступе жителей к социальной инфраструктуре и развитию доступных транспортных услуг.

Выгодное географическое положение региона позволяет создать транзитный путь с запада на восток и с севера на юг. Новые транспортные коридоры способствовали бы получению доходов от транзитных перевозок, повышению транспортной подвижности населения ХМАО и построению новой маршрутной сети. Однако для решения данных проблем необходимы значительные экономические вложения, а также временные затраты.

В случае отсутствия прямого транспортного сообщения одним видом транспорта, чтобы обеспечить максимальную доступность перевозок, смежные виды транспорта объединяются, создавая мультимодальные транспортные системы с удобной пересадкой пассажиров. Мультимодальные перевозки – это перевозки с использованием двух и более видов транспорта, выполняемые под ответственностью одного конкретного перевозчика по единому транспортному документу, а в качестве оплаты используется единая сквозная ставка. Основной задачей такой перевозки является рациональное перемещение за счет пересадок пассажиров с одного вида транспорта на другой в транспортных узлах. [2]

Организация мультимодальных пассажирских перевозок служит инструментом роста мобильности населения в крупных городах и агломерациях, где потребность в скорости передвижения, требования к качеству транспортных услуг, созданию «бесшовных» перевозок: по смешанным маршрутам и с использованием разных видов транспорта по единому билету проявляются со всей остротой [1].

Оператор организует мультимодальные перевозки, заключает договоры с организациями – перевозчиками и компаниями-поставщиками технологий и несет ответственность за каждый участок маршрута.

В ХМАО всего в двух городах представлены все виды транспорта: Нижневартовск и Сургут.

Город Сургут является крупнейшим в регионе по размерам и численности населения, занимает 3-место в стране по вкладу в ВВП России, тут расположены штаб-квартиры и производства крупнейших компаний топливно-энергетического комплекса. Это делает аэропорт Сургута удобным трансферным узлом для внедрения мультимодальных перевозок в регионе.

На территории международного аэропорта расположена автобусная станция «Аэропорт Сургут». Ежедневно отсюда выполняются рейсы как до ближайших населенных пунктов ХМАО, так и до крупнейших городов в соседних регионах. Также тут курсируют городские автобусы, которые связывают центр города, а также железнодорожный вокзал и Сургутский речной порт с аэропортом.

Интеграция организации обслуживания пассажиров для мультимодальных перевозок через крупнейший транспортный узел региона – аэропорт Сургут включает: установление «стыковочного тарифа» (устанавливается между пунктами назначения, перевозка между которыми выполняется с пересадками на другие виды транспорта) и единого транспортного билета, внедрение технологии бронирования и продажи электронных билетов.

Рейсы на маршрутах должны быть состыкованы по времени отправления и прибытия: пассажирам необходимо пересесть с одного вида транспорта на другой с минимальной тратой времени для пересадки. Для пассажиров единый билет, как правило, обходится дешевле, чем покупка того же путешествия отдельными сегментами.

Например, для того чтобы добраться из Санкт-Петербурга в Пыть-Ях можно купить билет на поезд за 11 602 рубля, время в пути составит 2 дня 3 часа и 1 минуту. Для более быстрого способа добраться до Пыть-Яха необходимо искать альтернативные маршруты.

Цена на самолет до Сургута из Санкт-Петербурга в среднем стоит 7 тысяч рублей. Из Сургута до Пыть-Яха можно добраться на автобусе или на поезде. Предложенные маршруты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Варианты маршрутов из Сургута в Пыть-Ях

№ п/п	Вид транспорта	Стоимость	Время в пути	Длительность пересадки	Общее время в пути
1	Автобус	1 257 рублей	1 час 40 минут	8 часов 40 минут	13 часов 40 минут
2	Поезд	980 рублей	2 часа 3 минуты	1 час 49 минут	7 часов 12 минут

Таким образом, можно сделать вывод, что маршрут «самолет + поезд» оказался наиболее комфортным и удобным для пассажира как по времени в пути, так по цене и по длительности пересадки.

Предложенный вариант добраться до Пыть-Яха на автобусе привлекателен для пассажиров по двум основным причинам: первая – это экономия времени в пути, вторая – это расположение автобусной станции непосредственно на территории аэропорта, что позволяет избежать дополнительных затрат времени и денег, чтобы добраться до железнодорожного вокзала. Для обеспечения комфортного путешествия пассажиров на данном маршруте необходимо значительно сократить время пересадки с самолета на автобус. Такой вариант позволит исключить долгое ожидание в аэропорту и снизить уровень стресса у пассажиров.

На сегодняшний день в России только одна компания ООО «Онэлия Текнолоджи» разработала мультимодальную дистрибутивную систему «Trip and fly. ru» – агрегатор, обеспечивающий доступ к ресурсам авиа и ж/д перевозчиков, системам бронирования водного

транспорта и автобусных перевозчиков, а также поставщиков туристических продуктов, сопутствующих товаров и услуг. Система представляет собой полное масштабируемое решение, которое обеспечивает организацию продаж билетов и сопутствующих услуг организациями потребителя, их оформление, проведение клиринга и взаиморасчётов между всеми участниками.

Таким образом, можно сделать вывод, что организация обслуживания пассажиров для мультимодальных перевозок через аэропорт Сургут необходима, так как в ХМАО не развиты объекты транспортной инфраструктуры и маршрутные сети между населенными пунктами. Мультимодальные перевозки дают возможность комбинировать различные виды транспорта, что позволяет пассажирам выбрать оптимальный маршрут по времени в пути и стоимости. Для успешной реализации данной системы необходимо обеспечить хорошую координацию и интеграцию различных видов транспорта. Среди основных составляющих данного процесса - разработка единой системы бронирования и оплаты билетов, установление согласованного расписания и информирование о возможных пересадках, а также создание удобных и функциональных транспортных узлов.

Список литературы

1. Гуц А.В., Дунаев О.Н. Рынок пассажирских перевозок: пути организации мультимодальных перевозок // Транспорт Российской Федерации. – 2019. – №1 (80). [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rynok-passazhirskih-perevozk-puti-organizatsii-multimodalnyh-perevozk> (дата обращения 24.10.2023).

2. Покатилов А.Б., Левкин Г.Г. Организация пассажирского сообщения в мультимодальных транспортных системах // Логистика сегодня. – 2022. – № 3. – С. 194–205.

УДК 656.7.025

ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АВИАПРЕДПРИЯТИЯ С ЦЕЛЬЮ ОСВОЕНИЯ НОВОГО РЫНКА

Алферова Алена Александровна – начальник Учебного отдела, ассистент кафедры аэропортов и авиационных перевозок

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова»

Аннотация. Бизнес-стратегия авиакомпаний устанавливает конкурентоспособность авиауслуг предприятий воздушного транспорта. В статье рассматриваются стратегические задачи авиапредприятий, анализируется возможность выхода авиакомпаний на новый рынок авиауслуг, В статье обуславливается важность стратегического планирования деятельности авиапредприятий в области маркетинга и менеджмента.

Ключевые слова: авиапредприятия, перевозка, транспорт, конкурентность, рынок услуг, цена, ресурсы, клиенты

PLANNING OF THE AIRLINE'S OPERATING SYSTEM IN ORDER TO REACH A NEW MARKET

Alferova Alena A. – head of the educational department, assistant of the department №. 23 «Airports and Air Transportation»

St. Petersburg State University of Civil Aviation

Abstract. The airline's business strategy establishes the competitiveness of aviation services of air transport enterprises. The article discusses the strategic objectives of airlines, analyzes the possibility of airlines entering a new market of aviation services, Also, the article determines the importance of strategic planning of the activities of airlines in the field of marketing and management.

Keywords: airlines, transportation, transport, competitiveness, market of services, price, resources, customers.

Для продвижения своей продукции в области авиатранспортных услуг, укрепления конкурентоспособности и внедрения услуг на новый рынок для его завоевания авиапредприятия должны проводить исследования потребностей населения и потенциальных потребителей услуг, а также анализировать динамику развития авиационного рынка транспортных услуг.

Любое расширение авиарынка пассажирских перевозок связывается не только с ростом экономической активности, но и с улучшением социальных условий жизни населения и сопутствующим ростом его подвижности, развитием индустрии туризма, увеличением доступности воздушного транспорта [1].

Главной стратегической задачей авиапредприятий является увеличение своей доли на рынке авиауслуг благодаря завоеванию новых рынков. Основным объектом стратегического планирования – сама по себе хозяйственная деятельность компании и ее дифференциация по отдельным стратегическим направлениям [2]. По своей сути, стратегическое планирование ориентировано не на подробную разработку всех аспектов производственно-хозяйственной деятельности компании, а на выбор наиболее перспективных направлений ее развития [3].

Для выхода на новый рынок авиакомпаниями применяются разные методы, где основой является конкурентные достоинства в разных сегментах перевозок воздушным транспортом. Основная задача авиапредприятия – это анализ активной деятельности конкурентов в определенном сегменте рынка услуг авиатранспорта и дальнейшее принятие решений по осуществлению определенных действий в зависимости от результата анализа.

Как правило, выделяются следующие типы предприятия воздушного транспорта для оценки преимущественных сторон:

- обеспечивающие выполнение авиаперевозок внутри регионов и на местных воздушных линиях, которые владеют более 75% авиарынка в регионе;
- выполняющие свои функции на внутрирегиональном рынке авиационных перевозок, связывающие центры субъектов региона:
- выполняющие свои функции на местных воздушных линиях.

На сегодняшний день, на авиарынке могут происходить укрупнения авиапредприятий путем слияния и поглощения одной авиакомпании другой для спасения компании, которая находится на грани выхода с рынка. Динамичное развитие воздушного транспорта в современных условиях связано с развитием конкуренции на рынках авиаперевозок, распространением информационных технологий, глобализацией бизнеса путем создания альянсов авиакомпаний. Перечисленные факторы обуславливают возрастание важности стратегического планирования хозяйственной деятельности авиакомпаний [4].

Предлагая качественную услугу с более низкой ценой, отличившейся от конкурентов, авиапредприятие надеется завоевать новый рынок. Благодаря такому шагу, у авиакомпании возрастает доля рынка, но в том случае, если два следующих условия выполняются:

- авиапредприятия-конкуренты не уменьшат цены на свои услуги;
- авиапредприятия смогут доказать своим потребителям, что качество и иные характеристики их услуг ничуть не уступают услугам основных конкурентов.

Снижение цены на услуги приведет к тому, что уменьшится прибыль авиапредприятия, но при увеличении количества потребителей и объемов продаж, произойдет рост доходов.

Ценовую конкуренцию инициировать целесообразно в том случае, когда у компании имеются значительные финансовые ресурсы или конкурентное преимущество по издержкам [5].

Также, предприятие воздушного транспорта может использовать недостатки авиакомпаний-конкурентов в своих интересах, а именно:

- характеристики авиауслуг авиакомпаний-конкурентов уступают авиапредприятию, которое проводит данный анализ. В этом случае у данной авиакомпании есть все шансы привлечь потребителей, убедив их использовать свои услуги;
- отсутствие PR – продвижения авиауслуг или слабо развитое продвижение у конкурентов. В этом случае авиапредприятие с активной деятельностью в области маркетинга может завлечь потребителей конкурентов;
- часть рынка авиаконкурента не развита и не обладает конкурентными преимуществами.

Для предприятия воздушного транспорта, которое стремится завоевать большую часть авиарынка, приоритетней использовать недостатки и слабую сторону авиакомпаний-конкурентов, чем применять ценовую конкурентную борьбу. В связи с тем, что пассажиры являются основным источником дохода, как для авиакомпаний, так и для аэропортов, каждая из сторон должна стремиться влиять на зависящие от нее факторы, способствуя увеличению объема авиаперевозок, а также по возможности устраняя или сдерживая явления, снижающие рост авиаперевозок [6].

Деятельность авиакомпании должна осуществляться с использованием всех доступных ресурсов: материальных, человеческих и финансовых при благоприятной окружающей среде, и учитывая слабые стороны авиакомпаний-конкурентов.

При данных условиях авиакомпания сможет завоевать долю рынка благодаря привлечению потребителей конкурентов и новых клиентов авиауслуг.

Авиакомпания может инициировать разовые действия такие как: снижение цен в сезонный период на определенных направлениях, активизировать маркетинговую деятельность, осуществление деятельности в части привлечения потребителей авиакомпаний-конкурентов при условии отсутствия доступных ресурсов или их потребного количества для того, чтобы застать врасплох своих конкурентов. Самая главная задача авиапредприятия – это уменьшение риска утраты доли авиарынка, сохранение конкурентного преимущества.

Подводя итог, можно сказать, что сформированная стратегия авиакомпании является сложным и комплексным процессом, затрагивающим разные аспекты функционирования авиапредприятия. Очевидно, что решающую роль в формировании стратегии играют маркетинг и менеджмент. В сложившейся практике очевидно, что идеальной и целостной стратегии для всех предприятий воздушного транспорта не существует.

Список литературы

1. Бажов Л.Б. Авиатранспортные системы: учеб. пособие. – Ульяновск: УВАУ ГА(И), 2013. – 98 с.
2. Губенко А.В. Проблемы развития пассажирского транспорта региона. – Хабаровск: Изд-во ХГТУ, 2000. – 123 с.
3. Ансофф И.Х. Новая корпоративная стратегия. – СПб.: Питер, 1999. – 213 с.
4. Андреев А.В. Организационно-экономические механизмы развития стратегического управления конкурентоспособностью продукции авиакомпании: Дисс. ... канд. экономич. наук. – Москва. – 2003.
5. Лапыгин Ю.Н., Лапыгин Д.Ю., Стратегический менеджмент. Серия: Новое экономическое образование. – М.: Эксмо, 2010. – 432 с.
6. Скуратов К.С., Манжурова О.Д. Направления взаимодействия аэропортов и авиакомпаний как участников авиационного рынка // Транспорт Российской Федерации. – 2009. – № 6(25). – С. 14-15.

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ СИСТЕМ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПОЛЕТАМИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

Головченко Глеб Валентинович – кандидат технических наук, доцент кафедры аэропортов и перевозок

Зиганшина Виктория Николаевна – магистрант Высшей школы аэронавигации
ФГБОУ Санкт-Петербургский университет гражданской авиации имени
Главного маршала авиации А.А. Новикова

Аннотация. В данной статье рассматриваются основные системы наблюдения за полетами воздушных судов. Основными зарубежными системами являются: система ADS-B, мультilaterационная система MLAT, Flightradar, которые рассматриваются в статье. Данные системы помогают осуществлять безопасность полетов и эффективность воздушного движения по средствам наблюдения за воздушными судами с наземных пунктов, позволяя увидеть полную картину полетов. В связи со сложившейся необходимостью развивать отечественные ИТ-решения, Санкт-Петербургский региональный информационно-вычислительный центр «Пулково» представил кроссплатформенную систему наблюдения за фактическими полетами воздушных судов российских авиакомпаний, которая позволит независимо от зарубежных технологий наблюдать за полетами воздушных судов.

Ключевые слова: наблюдение за полетами воздушных судов, безопасность полетов, rvc.radar.

IMPORT SUBSTITUTION OF THE AIRCRAFT FLIGHT MONITORING SYSTEMS

Golovchenko Gleb V. – Ph.D.(Tech.), Associate Professor, Docent of the Department of airports and air transport

Ziganshina Victoria N. –undergraduate student of High school of airnavigation
Saint-Petersburg State University of Civil Aviation

Abstract. This article discusses the main systems for monitoring aircraft flights. The main foreign systems are: ADS-B system, MLAT multilateration system, Flightradar, which are discussed in the article. These systems help to ensure the safety of flights and the efficiency of air traffic by means of monitoring aircraft from ground points, allowing you to see the full picture of flights. Due to the current need to develop domestic IT solutions, the St. Petersburg regional Information and computing center «Pulkovo» presented a cross-platform system for monitoring the actual flights of aircraft of Russian airlines, which will allow monitoring aircraft flights independently of foreign technologies.

Keywords: aircraft flight monitoring, flight safety, rvc.Radar.

На сегодняшний день, существует определенное количество систем для наблюдения за фактическим нахождением воздушных судов по всему миру. Данные системы представляют собой обширный комплекс технических средств и программного обеспечения, обеспечивающих радиолокационное обнаружение и отслеживание как в полете, так и при наземном обслуживании в реальном времени. Эти системы получают информацию о воздушном судне: идентификация (бортовой номер), тип (гражданский или военный), полетные характеристики (на какой высоте, с какой скоростью и т.д.).

Можно выделить основные направления использования системы наблюдения за полетами воздушных судов. Во-первых, данные системы важны при обслуживании воздушного пространства, они помогают диспетчерам управления воздушным движением

оптимизировать систему обслуживания воздушного движения и сократить время принятия решения.

В ходе наблюдения за воздушными судами в полете диспетчер управления воздушным движением может контролировать соблюдения всех правил и норм, например установленных интервалов эшелонирования, нарушение которых может привести к опасному сближению воздушных судов.

Еще одним направлением применения систем такого типа является задача поиска и спасания воздушных судов, когда сокращается время определения места крушения и прибытия средств помощи. Системы наблюдения за воздушными судами помогают определить точную локацию крушения, оперативно оказать помощь пострадавшим и изъять данные для дальнейшего расследования, что особенно важно в горных и лесистых местностях.

Таким образом, можно отметить, что системы наблюдения за полетами воздушных судов способствуют повышению безопасности полетов на воздушном транспорте, позволяя анализировать ситуацию, контролировать и координировать фактическое перемещение воздушных судов.

Рассмотрим основные системы наблюдения за воздушными судами, которые существуют на данный период.

Система автоматического зависимого наблюдения (ADS-B-Automatic Dependent Surveillance-Broadcast) американского производства основана на технологии передачи радиосигнала между воздушным судном и наземными станциями, которые впоследствии отображаются в специальных программных приложениях.

Принцип работы заключается в том, что бортовая аппаратура самостоятельно определяет координаты воздушного судна с помощью спутниковых систем и передает ее на наземные станции.

В автоматической зависимой системе принцип наблюдения за воздушными судами состоит в передаче информации через модулированные радиоволны. Точное знание координат воздушного судна обеспечивается системой глобальной спутниковой навигации (ГЛОНАСС). GPS приёмник автоматически вычисляет свои координаты на основании сигналов навигационных спутников. Основное отличие системы состоит в том, что она не нуждается в центральной наземной станции сбора информации. Любое воздушное судно, которое оснащено приёмно-передатчиком, способно отправить другому судну сигнал об опасном сближении.

Еще одной системой по обнаружению фактического состояния воздушного судна является многопозиционная система наблюдения (Multilateration - MLAT). В отличие от системы ADS-B, которая предусматривает обязательное наличие транспондеров на каждом воздушном судне, по средствам которого и происходит передача данных на наземные программные приложения, система MLAT сама осуществляет обмен данных с воздушным судном. Система использует наземные станции для определения положения самолёта и не требует дополнительного оборудования.

Наземные передатчики системы излучают сигналы запросов, эти сигналы принимают бортовые приёмники на борту воздушного судна и формируют ответные сигналы, по которым устанавливается положение воздушного судна в пространстве, а из самих сигналов декодируется дополнительная информация, такая как: бортовой номер, барометрическая высота, идентификатор и т.д. Станции многопозиционной системы наблюдения принимают сигналы со всех направлений и положений воздушного судна и определяют положение воздушного судна по задержке времени приёма сигнала.

Самой популярной из перечисленных систем наблюдения за полетами воздушных судов является Flightradar. Данная система имеет большой функционал такой как, отображение воздушных судов, выполняющих полет, фильтрацию, поиск по различным параметрам, отслеживание конкретных рейсов или авиакомпаний и получение подробной информации о каждом самолете. Этой системой может пользоваться любой человек, будь то

пассажир, который хочет отследить выполнение рейса, или работники авиационных предприятий, служб управления воздушным движением и другие заинтересованные лица.

Последние события, связанные с санкциями, диктуют необходимость перехода на отечественное оборудование и производство программных продуктов.

Отечественная автоматизированная система наблюдения за воздушными судами в реальном времени разработана российской компанией по информационным технологиям РИВЦ-Пулково. Система представляет собой виртуальную карту, на которую выводятся фактические и расчетные траектории движения воздушных судов, и обеспечивает быстрый поиск рейсов с отображением текущих данных: скорость (путевая как в км/ч, так и в узлах), высота (в футах и метрах), путевой угол.

Пользователи, которые будут использовать данный Сервис, могут отследить воздушное судно на экране (движение области карты вместе с воздушным судном), зуммирование на аэропортах вылета, прилета и расчетных точках полета.

Даная система также позволяет переходить на конкретный рейс, находящийся в полете. При выборе необходимого самолета на карте открывается панель с информацией по данному рейсу. Можно увидеть, какая авиакомпания выполняет рейс, его номер и дату. Изображается в удобном просмотре бортовой номер воздушного судна и его тип, пункт отправления и назначения с кодировкой IATA. Можно отметить, что для более наглядного отображения я рейса, в *rivc radar* схематично указывается, какой процент рейса выполнен.

Имеется возможность посмотреть рейсы, которые были выполнены ранее, для чего необходимо указать временной интервал выполнения рейса, авиакомпанию, которая выполняла данный рейс, номер и аэропорт вылета или прилета.

Переход на отечественную систему наблюдения за полетами воздушных судов обеспечивает независимость от иностранного оборудования и повышает уровень безопасности полетов.

Для авиаперсонала, который непосредственно задействован в организации и контроле рейсов, дополнительным удобством является круглосуточная русскоязычная поддержка. При тестировании системы в рабочем режиме могут возникнуть какие-либо пожелания по доработке модуля, что можно оперативно осуществить.

Список литературы

1. Продукты регионального информационно-вычислительного центра «Пулково». [Электронный ресурс]. – URL: <https://rivc-pulkovo.ru/products/rivcradar/> (дата обращения 17.10.2023).

2. Кроссплатформенная система наблюдения за фактическими полётами воздушных судов российских авиакомпаний/Rivc.radar. [Электронный ресурс]. – URL: <https://rivc-radar.ru/> (дата обращения 17.10.2023).

3. Системы ADS-B и MLAT. [Электронный ресурс]. – URL: <https://multilateration.com/resources.html> свободный (дата обращения 17.10.2023).

4. Материалы Санкт-Петербургского Авиационного Форума // СПАФ-2023. – 2023. – 452 с.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ЛЕТНОЙ РАБОТЫ И ИХ НЕДОСТАТКИ

Чекулаева Вероника Анатольевна – студент группы УЛР-1721 2 курса магистратуры

Бутусов Павел Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры летной эксплуатации и безопасности полетов в гражданской авиации

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова

Аннотация. Управление летной работой является важной составляющей любой авиакомпании и включает в себя планирование рейсов и формирования летного экипажа. Для решения данных задач используются автоматизированные информационные системы, позволяющие снять нагрузку у специалистов по планированию, исключая ручную работу. Однако данные системы не учитывают многие факторы и аспекты, которые встречаются на практике при выполнении летной работы, в особенности человеческий фактор, который включает в себя утомляемость летного экипажа.

Ключевые слова: информационные системы, планирование рейсов, организация летной работы, формирование летных экипажей, рабочее время и отдых, утомляемость, человеческий фактор, система управления рисками, связанными с утомляемостью.

INFORMATION SYSTEMS FOR ORGANIZATION OF FLIGHT OPERATION AND THEIR DISADVANTAGES

Chekulaeva Veronika A. – second year student of magistracy

Butusov Pavel N. – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the 21th Department

Saint Petersburg State University of Civil Aviation

Abstract. Management of flight operation is one of the important components of any airline company and includes flight planning and formation of flight crews. For these purposes automated information systems are used, which unload personnel of planning departments, excluding manual work. However, these systems do not take into account many factors and aspects, which occur in the practice during flight work, especially human factor, that includes fatigue of flight crews.

Keywords: information systems, flight planning, organization of flight operation, organizing of flight crews, working time and rest, fatigue, human factor, Fatigue Risk Management System.

Для успешной организации перевозок необходимо как долгосрочное, так и оперативное планирование. Грамотное планирование помогает распределять все ресурсы компании и использовать их в полном объеме для увеличения экономической составляющей компании. Среди ресурсов авиакомпаний одним из важных является летный экипаж.

Для формирования экипажа на рейс необходимо учесть многие требования таких нормативно-правовых актов как приказ Министерства транспорта РФ №128 «Об утверждении Федеральных авиационных правил "Подготовка и выполнение полетов в гражданской авиации Российской Федерации» и приказ Министерства транспорта РФ №139 «Об утверждении Положения об особенностях режима рабочего времени и времени отдыха членов экипажей воздушных судов гражданской авиации РФ». В соответствии с приказом Минтранса России №128 экипаж допускается к выполнению функций членов летного экипажа только при наличии указанных в документе видов подготовок [1]. В приказе №139 указаны все особенности, связанные с продолжительностью полетных смен, минимальной длительностью отдыха и составляющими рабочей смены [2].

Перед формированием экипажей необходимо создать расписание рейсов и сформировать связки, состоящие из группы последовательных рейсов, которые один летный экипаж способен выполнить в течение одной полетной смены в соответствии с ограничениями по длительности полетной смены, указанными в приказе Минтранса №139. От формирования связок зависит эффективное распределение пилотов по рейсам. Если связки имеют конечный пункт, отличный от основной базы пилота, то требуются условия для отдыха экипажа. Необходимо в этом случае предоставлять экипажу гостиницу, а также в обязательном порядке возвращать данный экипаж на свою базу из командировки. Перемещение экипажей среди различных баз и городов для командировки может быть осуществлено как в должности действующего пилота на полет, так и в качестве служебного пассажира. Во втором случае теряется эффективность использования ресурсов, так как перелет в качестве пассажира идет в рабочее время, создается необходимость в отдыхе после рабочей смены, хотя данных пилотов можно использовать для выполнения рейсов, что делает планирование более эффективным и повышает экономию компании.

С учетом развивающихся на данный момент маршрутных сетей, особенностям командировок следует уделять повышенное внимание. Сейчас много компаний, выполняющих рейсы между внебазовыми аэропортами, и аспект планирования и стыковок играет важную роль для планирования полетов в целом.

В настоящий момент активно внедряются в производственный процесс автоматизированные системы планирования и управления летной работой, позволяя решать такие задачи как:

- оптимизация планирования процедур управления летной работой;
- наработка плана мероприятий на ближайший месяц;
- контроль летной деятельности для ее последующей оценки [3].

С учетом ухода некоторых зарубежных технологий сейчас используются следующие системы: OpenSky, Meridian, AIMS и Aviabit.

Информационная система OpenSky имеет различные подсистемы для планирования рейсов. Данная программа используется в таких авиакомпаниях как «Россия», «Уральские авиалинии», «Нордавиа», «Авиакон Цитотранс», «Оренбургские авиалинии» [3].

Подсистема Shed обеспечивает новейшие возможности с большим функционалом с целью формирования расписания, а также обеспечивает высокую производительность.

Подсистема PreOps необходима при предварительном планировании полетов, соединяя этапы построения расписания через систему Sched и оперативного суточного плана полетов в системе Ops. В данном модуле используется алгоритм автоматического планирования с учетом использования флота авиакомпании и графика технического обслуживания каждого воздушного судна.

Подсистема Ops предоставляет графическое средство для управления и контроля текущего плана, тогда как подсистема Crew необходима при организации и управлении летной работой авиакомпаний. Сюда входят такие функции как формирование связок и планирование летной работы подразделений авиакомпаний, а также краткосрочное и оперативное управление.

Другая компания предоставляет такой продукт как информационная система «Meridian» [5]. Это интегрированная автоматизированная система позволяет решать задачи составления и оптимизации регулярного и чартерного расписания, планирование и управление воздушным парком и летным составом авиакомпании, а также обеспечивает доступ персонала ко всей необходимой производственной информации.

Подсистема Net аналогична подсистеме Shed в программе OpenSky, подсистема Ops ИС «Meridian» включает в себя похожие функции подсистем PreOps и Ops системы OpenSky, а подсистема Crew, также как и аналогичная система в OpenSky необходима для автоматизации процессов подготовки и планирования летного состава в соответствии с нормативной базой, касающейся требований к выполнению полетов.

Зарубежный аналог AIMS (Airline Information Management System), также является распространенной среди иностранных компаний системой управления авиакомпанией, которая включает планирование движения самолетов, работы летных экипажей, подготовок экипажей и т. п.

Данная система включает следующие модули: Commercial Planning – составление эффективного расписания полетов с оптимальным использованием парка воздушных судов, Operations Control – создание расписания с учетом технического обслуживания ВС и Crew Management – долгосрочное и краткосрочное формирование экипажей и оперативный контроль летной работы [6].

Самой распространенной информационной системой в России является ИС «Авиабит». Ее услугами пользуются такие компании как «Azur Air», «Nordwind airlines», «Алроса», «Атлан», «Победа», «Red wings», «Rusline», «Utair» и другие [7].

Основные разделы информационной системы «Авиакомпания», связанные с планированием рейсов:

- расписание рейсов;
- суточный план полетов;
- график движения воздушных судов;
- графическая панель «Оборот Воздушных Судов»;
- графическая панель «Оборот Экипажей».

Важными разделами для формирования экипажей являются также раздел «Персонал» и режим «связки по летному персоналу» в модуле «Расписание».

Режим «связки по летному персоналу» используется при формировании полетных смен, исходя из расписания рейсов, и для контроля соблюдения требований по рабочему времени и времени отдыха согласно приказу №139. Чаще всего связки формируются еще при создании расписания на будущий сезон для прогноза количества персонала для выполнения рейсов.

После сохранения связки появляются данные по рабочему времени за период и о несоответствии требований приказа №139, если такие несоответствия имеются. После формирования связок возможно формирование полетных смен, что делается автоматически. После автоматической расстановки необходимо визуально убедиться в корректном составлении смен. В случае неоптимального формирования смен, их возможно скорректировать вручную.

Все перечисленные выше системы отлично справляются со строгими правилами и требованиями в соответствии с нормативно-правовыми актами. Однако кроме требований существует также человеческий фактор, выражающийся в усталости, и не всегда требования в документах учитывают все биологические и социальные аспекты человека.

Стоит отметить, что доля авиационных происшествий или их предпосылок, связанная с человеческим фактором, составляет около 70% общего количества происшествий, во многих случаях человеческий фактор способствует развитию аварийной ситуации [8]. Безопасность полетов во многом тесно связана с уровнем работоспособности летного экипажа, поэтому важно формировать экипаж так, чтобы работоспособность сохранялась на приемлемом уровне.

Из основных проблем планирования, которые возможно пока исправлять только вручную, можно перечислить следующие:

- неравномерный налет персонала за год,
- периодичность отпусков и учет их в общем налете за год,
- неравномерное распределение полетов по количеству и длительности,
- планирование частых и идущих подряд ночных полетов и полетов ранним утром с минимальной длительностью отдыха.

Компании стараются усреднить налет, но из-за различного распределения отпусков и больничных определить автоматически заранее количество часов за каждый месяц для каждого сотрудника при имеющихся технологиях невозможно.

Часто возникает ситуация, когда пилоту давался меньший налет большую часть года, а под конец года для выравнивания налета пилот имеет максимально возможное количество часов в месяц. Данная особенность может привести к усталости пилота после более интенсивных месяцев в конце года по сравнению с остальным периодом. Для исключения накопленного утомления необходимо распределять рабочую нагрузку равномерно в течение года. Здесь же большую роль играет распределение отпуска за год. Некоторые пилоты могут не выходить в отпуск в течение первой половины года, хотя и существует рекомендация в отдыхе раз в 2 месяца. В этом случае, кроме большой нагрузки на конец года, необходимо предоставлять отпуск пилоту, что создает проблемы для планирования. Поэтому важно усреднять налет в течение года, а не под его конец. При этом перераспределение экипажей по рейсам с целью усреднения налета производится на данный момент вручную.

Другой проблемой является отсутствие во многих компаниях системы управления рисками, связанными с утомляемостью (FRMS, Fatigue Risk Management System) [9]. При соблюдении требований нормативных документов многие пилоты испытывают утомляемость при графике с минимальным отдыхом, так как при автоматическом планировании по требованиям документов не учтены биологические особенности человека в полном объеме и особенности конкретной смены или командировки.

Рассмотрим реальную ситуацию: в первый день командировки запланирован полет так, что с учетом технологического графика рабочая смена имеет продолжительность 6ч. 30мин. с 20:00 московского времени (времени базы) до 02:30 часов ночи. Согласно приказу №139 ночная полетная смена – смена, у которой продолжительность приходится на местное время базового аэропорта с 22.00 до 06.00 в объеме 50% и более. Данный полет относится к ночному полету, так как ночное время от смены составляет 04:40, что больше половины рабочей смены 3:15 (6ч 30 минут / 2). На следующий день после отдыха в гостинице запланирован рейс обратно, по итогу которого рабочая смена по технологическому графику составила 7ч. 05мин. с 02:40 по 09:45 московского времени (время базового аэропорта). В данном случае смена не считается ночной, так как ночное время составляет 03:20, тогда как половина смены 03:32 (07:05 / 2). А значит согласно приказу №139 после данной командировки можно ставить еще один ночной рейс подряд. Хотя очевидно, что для человеческого организма, еще и с учетом сборов и проезда до рабочего места, вторая смена также нарушает биологический ритм сна и после двух ночных смен необходим отдых 48ч.

Также с учетом автоматического распределения экипажей возникают ситуации, когда пилот находится в отпуске до, допустим, 5-ого числа, а в расписании стоит рейс на 6-ое число с вылетом в 00:50 местного времени. По технологическому графику с предполетной подготовкой в 40 минут на работе необходимо быть не позже 00:10. Но для прибытия на работу необходимо потратить время на проезд до места работы, а с учетом того, что это ночной полет, необходим отдых, лучше всего сон, до рейса. Получается, что работник вместо полноценного дня из своего отпуска, тратит часть дня на отдых перед рейсом и на проезд на рабочее место. Хотя по технологическому графику рабочая смена начинается на следующий день после окончания отпуска. Данная особенность не учитывается автоматическим формированием экипажа на рейс и может быть исправлена только вручную на данный момент.

Подведя итоги рассмотрения современных информационных систем для планирования рейсов, можно сделать следующие выводы:

1. Все системы имеют схожий функционал для планирования и практически одинаковые подсистемы (модули) для разных этапов планирования.
2. Все системы предоставляют автоматическое планирование и формирование экипажей с учетом требований законодательной базы РФ.
3. На данный момент полагаться полностью на автоматическое распределение невозможно, так как не учтены все возможные особенности рейсов и связей, распределения налета в течение года, а также не учтены в полной мере биологические особенности человека.
4. Информационные системы требуют доработки для каждой авиакомпании в отдельности с учетом особенностей технологического графика и маршрутной сети.

К сожалению, практика летной работы показывает несовершенства информационных систем, хотя данные системы снимают огромную нагрузку по планированию рейсов с отдела планирования компании. Для дополнительных функций в формировании летного экипажа, авиакомпаниям следует разработать дополнительные требования к приказу №139, так как данный приказ имеет лишь общие ограничения, которые могут быть не актуальны для маршрутной сети компании, специфики рейсов и расписания, а также при спорных ситуациях. Самый лучший способ минимизировать спорные ситуации и уменьшить риск утомления экипажа для повышения безопасности полетов – это создание в каждой крупной компании с интенсивным графиком полетов своей системы управления рисками, связанными с утомляемостью (FRMS, Fatigue Risk Management System). А на ее основе информационные системы смогут включить новые требования в алгоритмы и методы планирования.

Список литературы

1. Приказ Министерства транспорта РФ от 31.07.2009 №128 (ред. от 22.04.2020) «Об утверждении Федеральных авиационных правил "Подготовка и выполнение полетов в гражданской авиации Российской Федерации» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 20.01.2006 N7401). [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_58066/ свободный (дата обращения 11.10.2023).
2. Приказ Министерства транспорта РФ от 21.11.2005 №139 (ред. от 17.09.2010) «Об утверждении Положения об особенностях режима рабочего времени и времени отдыха членов экипажей воздушных судов гражданской авиации РФ» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 20.01.2006 N7401). [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_58066/ свободный (дата обращения 11.10.2023).
3. Насирова К.М., Буракова С.Г., Лучников И.В. Основные производственные процессы авиакомпании, подлежащие автоматизации. 2022. №48 (93). [Электронный ресурс]. – URL: <https://scilead.ru/article/3349-osnovnie-proizvodstvennie-protsessi-aviakompa> (дата обращения 29.10.2023), <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49917199> (дата обращения 29.10.2023).
4. РИВЦ-Пулково, продукт OpenSky: официальный сайт. [Электронный ресурс]. – URL: <https://rivc-pulkovo.ru/products/opensky/> (дата обращения 11.10.2023).
5. Общество с ограниченной ответственностью «Аэронавигатор», информационная система Meridian. Alliance: официальный сайт – 2023. [Электронный ресурс]. – URL: <https://aeronavigator.ru/index.php/ru/products/meridianalliance> (дата обращения 11.10.2023).
6. AIMS Airline Software: официальный сайт – 2022. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.aimsairlinesoftware.com/> (дата обращения 11.10.2023).
7. Информационная система Авиабит, система «Авиакомпания»: официальный сайт – Москва. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.aviabit.ru/aviacompany> (дата обращения 11.10.2023).
8. Редковец А.Н. Организационно-экономические вопросы совершенствования работы летного состава авиакомпаний: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Редковец Анна Николаевна. – Киев, 1996. – 18 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30222672> (дата обращения 29.10.2023).
9. Doc 9966. Руководство по надзору за использованием механизмов контроля утомления. Издание второе – 2016. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.icao.int/safety/fatiguemanagement/FRMS%20Tools/9966_cons_ru.pdf свободный (дата обращения 11.10.2023).

МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ В ЛОГИСТИЧЕСКИХ И ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ

Аксенов Владимир Алексеевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой техносферной безопасности

Гелюх Николай Павлович – аспирант по направлению подготовки – техносферная безопасность

Даренских Анастасия Игоревна – аспирант по направлению подготовки – техносферная безопасность

ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта»

Аннотация. В статье авторы рассматривают перспективы применения нейронных сетей и технологий машинного обучения, включая глубокое обучение, в сфере транспорта и логистики. Статья также затрагивает темы, связанные с обработкой больших данных, интеллектуальными транспортными системами, управлением цепями поставок и другими аспектами применения машинного обучения в логистической и транспортной сферах.

Ключевые слова: транспорт, логистика, машинное обучение, глубокое обучение, нейронные сети, прогнозирование, перспективы, интернет вещей.

MACHINE LEARNING IN LOGISTIC AND TRANSPORTATION SYSTEMS

Aksenov Vladimir Al. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the department of «Technosphere safety»

Gelyukh Nickolay P. – postgraduate student in the direction of training «Technospheric safety»

Darenskikh Anastasiya Ig. – postgraduate student in the direction of training «Technospheric safety»

Russian University of Transport (RUT (MIIT))

Abstract. In their article, the authors explore the potential of neural networks and machine learning technologies, including deep learning, in the field of transport and logistics. The article also addresses topics related to big data processing, intelligent transport systems, supply chain management, and other aspects of the application of machine learning in logistics and transport sectors.

Keywords: transport, logistics, machine learning, deep learning, neural networks, forecast, perspectives, internet of things.

Искусственный интеллект уверенно проникает в различные аспекты деятельности человека. Дальнейшее развитие экономики напрямую зависит от использования технологий, связанных с обработкой массивов данных, и выявления закономерностей компьютерными средствами. Глубокое обучение (deep learning, machine learning или ML) – один из инновационных инструментов, существенно повышающий эффективность организационных и бизнес-процессов.

Сфера логистики и транспорта оперирует крайне значительными массивами данных. Работа с такими объемами с использованием алгоритмов машинного обучения позволяет обнаруживать дополнительные возможности для оптимизации транспортно-логистических операций. Однако на сегодняшний день глубинное обучение не является чем-то стандартизированным и естественным в деятельности логистических компаний. Отсутствуют программы подготовки специалистов по машинному обучению в области логистики и транспорта.

В рамках этой работы проведем систематизацию данных по вопросу возможностей и перспектив применения искусственного интеллекта в сфере логистики и транспорта.

Определим, что же такое «Глубокое» или «Машинное» обучение»:

1. Машинное обучение или Глубокое обучение (Machine Learning, Deep Learning) – это процесс обучения компьютера на основе данных, которые он анализирует, чтобы делать прогнозы или принимать решения. Это включает в себя обучение алгоритмов на больших наборах данных, чтобы они могли распознавать закономерности и прогнозировать события. Машинное обучение используется во многих областях, включая распознавание речи, компьютерное зрение, обработку естественного языка и медицинскую диагностику.

2. Машинное обучение (англ. machine learning, ML) – класс методов искусственного интеллекта, характерной чертой которых является не прямое решение задачи, а обучение в процессе применения решений множества сходных задач [2].

В качестве инструментов машинного обучения, которые могут быть использованы в логистике, автором [3] выделены следующие:

1. Анализ и обобщение заказов для оптимального распределения рабочей нагрузки на транспортные средства.

2. Оценка маржинальности и стоимости перевозок с использованием алгоритмов глубокого обучения.

3. Эффективное планирование логистических путей и маршрутов с использованием нейронных сетей и функций глубокого обучения на основе анализа информации за предыдущие годы.

4. Оптимизация графиков работы парков транспортных средств, железнодорожных депо, депо метрополитенов на основе выявленных закономерностей.

5. Прогнозирование ДТП на основе выявленных закономерностей.

6. Использование технологий машинного зрения для обеспечения безопасности закрытых зон, сотрудников компаний, для контроля отгрузки товаров и идентификации сотрудников.

7. Распознавание речи для обслуживания клиентов.

В публикации [4] указано, что в компании Ekol Logistics тестируется самообучающиеся нейронные сети для сферы организации грузоперевозок.

«Самообучающиеся нейронные сети, благодаря работе с огромными массивами данных, позволяют выбрать оптимальное размещение груза с учетом его веса, габаритов, специфики упаковки, а также оптимизировать загрузку транспортных средств и обеспечить максимально эффективное использование складских территорий».

Используя данные работы [5], уточним десять направлений использования машинного обучения для управления цепями поставок – таблица.

Согласно [8] к 2024 году 95% поставщиков в цепи поставок будут использовать технологии глубокого обучения и нейронные сети в своих решениях. Прогнозируется, что к 2024 году технологии искусственного интеллекта и интеллектуальные алгоритмы станут стандартной или дополнительной опцией в 25% технологических решений в сфере логистики и транспорта.

Таблица – Векторы направленности использования нейронных сетей и алгоритмов глубокого обучения в сфере логистики (на основании [5])

Направление	Характеристика
1. Повышение качества сценариев прогноза	Алгоритмы глубокого обучения, а также прикладное программное обеспечение, построенное на этих алгоритмах, позволяет с каждым годом повышать качество даваемых прогнозов. Существующие подходы включают в себя методы от простого статистического анализа, как например использование функций, скользящих средних, до симуляционного моделирования.

Направление	Характеристика
2. Сокращение расходов на перевозку, повышение эффективности доставки, минимизация рисков	В качестве примеров приведены: Watson Supply Chain (IBM, https://www.ibm.com/supply-chain), Ahlers Supply Network Innovation & Analytics (ASNIA) (ahlers.com/news/big-data-logistics_12), Transmetrics(https://transmetrics.eu/) [6]
3. Поиск ключевых факторов эффективности	Машинное обучение и его основные конструкции идеально подходят для предоставления информации об улучшении производительности управления цепью поставок, недоступной в предыдущих технологиях. Глубокое обучение объединяет все сильные стороны неконтролируемого, контролируемого и дополнительно обучения – рисунок. Таким образом, глубокое обучение оказывается очень эффективной технологией, при помощи которой итерационно находят те ключевые факторы, которые имеют наибольшее влияние на эффективность поставок.
4. Повышение автономности операций контроля	Машинное обучение значительно превосходит технологии визуального распознавания, открывая множество возможных применений для физического осмотра и технического обслуживания материальных активов по всей цепи поставок. Машинное обучение, разработанное с использованием алгоритмов, позволяющих быстро находить сопоставимые шаблоны в нескольких наборах данных, также оказывается очень эффективным для автоматизации контроля качества на входе во всех логистических узлах, изолируя отгрузки продукции с повреждениями и износом. Алгоритмы машинного обучения на платформе IBM Watson смогли определить, был ли поврежден транспортный контейнер и / или продукт, классифицировать его по времени повреждения и порекомендовать наилучшие корректирующие действия для ремонта активов. Watson объединяет визуальные и системные данные для отслеживания, составления отчетов и предоставления рекомендаций в режиме реального времени. Пример [7].
5. Сокращение запасов	Благодаря машинному обучению и смежным технологиям, логистика получает возможность повысить контекстную осведомленность, что приводит к снижению уровня запасов и операционных расходов, а также к сокращению времени отклика на запросы клиентов. Машинное обучение получает все большее распространение в операциях Logistic Control Tower, чтобы дать новое представление о том, как можно улучшить каждый аспект управления цепями поставок, совместной работы, логистики и управления складами.Пример [7].
6. Прогнозы на новые продукты	Прогнозирование спроса на новые продукты, включая причинные факторы, которые больше всего стимулируют новые продажи. Существует широкий разброс в том, как компании прогнозируют спрос на продукт следующего поколения. Машинное обучение доказывает свою ценность с учетом причинных факторов, которые влияют на спрос, о которых ранее не было известно.
7. Повышение эффективности активов	Компании продлевают срок службы ключевых активов цепи поставок, включая машины, двигатели, транспортное и складское оборудование, находя новые закономерности в данных об использовании, собираемых с помощью датчиков IoT. Машинное обучение оказывается бесценным при анализе данных, полученных из машин, чтобы определить, какие причинные факторы наиболее влияют на производительность машин. Кроме того, машинное обучение ведет к более точным измерениям общей эффективности оборудования (Overall Equipment Effectiveness (OEE)), что является ключевым показателем, на который полагаются многие производители и операции цепочки поставок.
8. Улучшение управления качеством	Реализуется путем нахождения моделей в уровнях качества поставщиков и создания иерархий отслеживания, а также отслеживанием данных для каждого поставщика без посторонней помощи. Приложения для поставщиков машинного обучения позволяют экономить тысячи часов в год типового производителя.
9. Улучшение планирования производства	Машинное обучение улучшает планирование производства и точность планирования производства, принимая во внимание многочисленные ограничения и оптимизируя для каждого. У производителей, которые полагаются на производственные рабочие процессы «сборка на заказ» и «производство на склад», машинное обучение позволяет сбалансировать ограничения каждого из них более эффективно, чем это было вручную в прошлом. Производители сокращают задержки в цепях поставок для компонентов и деталей, используемых в их наиболее специализированных продуктах.

Направление	Характеристика
10. Повышение прозрачности	Сочетание машинного обучения с передовой аналитикой, датчиками IoT и мониторингом в реальном времени впервые обеспечивает сквозную прозрачность во многих цепях поставок. Сегодня во многих цепях поставок нужна совершенно новая операционная платформа или архитектура, основанная на данных в реальном времени, обогащенная шаблонами и аналитическими данными, невиданными в предыдущих аналитических инструментах в прошлом. Машинное обучение является неотъемлемым элементом будущих платформ цепей поставок, который революционизирует каждый аспект управления цепями поставок.

Отталкиваясь от данных [8], выделим следующие 10 направлений использования машинного обучения в управлении цепями поставок.

1. Прогнозирование аномалий.
2. Набор данных из разнообразных источников (Широкие вариации в наборах данных, генерируемых с помощью датчиков Интернета вещей (IoT), телематики, интеллектуальных транспортных систем и данных о трафике, могут принести наибольшую пользу для улучшения цепей поставок с помощью машинного обучения. Применение алгоритмов и методов машинного обучения для улучшения цепей поставок начинается с наборов данных, которые имеют наибольшее разнообразие и изменчивость в них [10]).
3. Обработка данных датчиков IoT (Машинное обучение показывает потенциал для снижения затрат на логистику путем нахождения схем отслеживания (track-and-trace) данных, собранных с помощью датчиков с поддержкой IoT, что дает ежегодную экономию в размере 6 млн. дол. США).
4. Сокращение ошибок прогноза (Потери продаж из-за отсутствия продуктов сокращаются до 65% за счет использования методов планирования и оптимизации на основе машинного обучения. Сокращение запасов на 20-50% также достигается сегодня, когда используются системы управления цепями поставок на основе машинного обучения [11]).
5. Оптимизация загрузки мощностей, улучшение качества обслуживания клиентов, снижение рисков, создание новых бизнес-моделей (Исследовательская команда DHL постоянно отслеживает и оценивает влияние новых технологий на логистику и эффективность цепочки поставок. Они прогнозируют, что AI обеспечит автоматизацию бэк-офиса, прогнозирование операций, интеллектуальные логистические активы и новые модели взаимодействия с клиентами [12]).
6. Обнаружение и устранение противоречивых уровней качества поставщиков и поставок (Основываясь на беседах с североамериканскими производителями среднего уровня, вторым по значимости препятствием для роста, с которым они сталкиваются сегодня, является отсутствие у поставщиков постоянного качества и производительности. Используя машинное обучение и передовую аналитику, производители могут быстро выяснить, кто их лучшие и худшие поставщики, и какие производственные центры наиболее точны в выявлении ошибок).
7. Снижение риска и мошенничества (Когда инспекции автоматизированы с использованием мобильных технологий, а результаты загружаются в режиме реального времени на защищенную облачную платформу, алгоритмы машинного обучения могут предоставить информацию, которая немедленно снижает риски и вероятность мошенничества).
8. Улучшение сквозной видимости цепи поставок (Объединение торговых сетей нескольких предприятий для управления глобальной торговлей и цепями поставок с помощью искусственного интеллекта и платформ машинного обучения революционизирует сквозную видимость цепочки поставок).
9. Предотвращение злоупотреблений привилегированными учетными данными (Используя подход с наименьшими привилегиями, организации могут минимизировать поверхности атак, улучшить аудит и соответствиенормативным требованиям, а также снизить риск, сложность и затраты на эксплуатацию современного гибридного предприятия. ИТ-директора решают парадокс злоупотребления привилегированными учетными данными в

своих цепях поставок, зная, что даже если привилегированный пользователь ввел правильные учетные данные, но запрос приходит в рискованном контексте, требуется более строгая проверка, чтобы разрешить доступ).

10. Прогнозирование профилактического обслуживания грузовой и логистической техники на основе данных IoT (McKinsey обнаружил, что упреждающее техническое обслуживание, улучшенное машинным обучением, позволяет лучше прогнозировать и избегать сбоев машин. Данные объединяются из усовершенствованных датчиков Интернета вещей (IoT) и журналов технического обслуживания, а также внешних источников. Возможное повышение производительности активов на 20%, а общие затраты на обслуживание могут быть снижены на 10%).

Список литературы

1. Королёв О.А. Разработка автоматизированной информационно управляющей системы мониторинга чрезвычайных ситуаций на автомобильном транспорте // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2021: материалы Международной научно-практической конференции. – СПб.: ИПТ РАН. – 2021. – Т. 2. – С. 6-10.

2. Агафонов А.А., Юмаганов А.С. Сравнение методов машинного обучения в задаче прогнозирования движения общественного транспорта // Итнт: Сборник трудов. 2019. – С. 761-768.

3. Бутыркин А.Я., Гелис В.А., Куликова Е.Б. Использование предиктивной аналитики в процессах моделирования и машинного обучения на транспорте // Железнодорожный транспорт. – 2021. – № 11. – С. 50-54.

4. Ошев И.А., Зверева А.С. Цифровая трансформация в области транспортно-логистических услуг // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2021: материалы Международной научно-практической конференции. – СПб.: ИПТ РАН. – 2021. – Т. 2. – С. 25-29

5. Louis Columbus. 10 Ways Machine Learning Is Revolutionizing Supply Chain Management. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.forbes.com/sites/louiscolombus/2018/06/11/10-ways-machine-learning-is-revolutionizing-supply-chain-management/#ee2889a3e370> (дата обращения 04.09.2023).

6. Louis Columbus. How to improve supply chains with machine learning: 10 proven ways. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.cloudcomputing-news.net/news/2019/may/22/how-to-improve-supply-chains-with-machine-learning-10-proven-ways/> (дата обращения 04.09.2023).

7. Automation in logistics: Big opportunity, bigger uncertainty. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.mckinsey.com/industries/travel-transport-and-logistics/our-insights/automation-in-logistics-big-opportunity-bigger-uncertainty#> (дата обращения 04.09.2023).

8. Supply Chain Big Data Series Part. [Электронный ресурс]. – URL: <https://advisory.kpmg.us/content/dam/advisory/en/insights/pdfs/2018/supply-chain-big-data-part-1-shaping-tomorrow.pdf> (дата обращения 04.09.2023).

9. Smartening up with Artificial Intelligence (AI) – What’s in it for Germany and its Industrial Sector? [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Semiconductors/Our%20Insights/Smartening%20up%20with%20artificial%20intelligence/Smartening-up-with-artificial-intelligence.ashx> (дата обращения 04.09.2023).

10. Logistics Trend Radar. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.logistics.dhl/content/dam/dhl/global/core/documents/pdf/glo-core-trend-radar-widescreen.pdf> (дата обращения 04.09.2023).

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТОПЛИВОМ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ТРАНСПОРТА И СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ В АЭРОПОРТУ

Тецлав Илья Александрович – старший преподаватель кафедры аэропортов и авиационных перевозок

Жижева Милена Евгеньевна – студент

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова

Аннотация. В статье рассмотрены варианты топливообеспечения аэропортового специализированного транспорта и средств механизации. Предложено использование контейнерной автоматизированной автомобильной заправочной станции (КААЗС) как путь совершенствования процесса обеспечения топливом транспортных средств. Представлены основные характерные черты КААЗС, основные положения и предоставляемые возможности.

Ключевые слова: топливо, заправка, аэропорт, контейнерная автоматизированная АЗС, автомобильная заправочная станция.

IMPROVING THE FUEL SUPPLY PROCESS FOR SPECIALIZED TRANSPORT AND MECHANIZATION FACILITIES AT THE AIRPORT

Tetslav Ilya Al. – senior lecture, department of Airports and Aviation

Zhizheva Milena Ev. – student

St. Petersburg State University of Civil Aviation

Abstract. The article contains ways to provide fuel for specialized transport at the airport. There is proposed the use of a container automated automobile filling station (CAAFS) as a way to improve the process of providing fuel to vehicles. There are the main characteristic features and opportunities of CAAFS.

Keywords: fuel, refueling, airport, container automated AFS, automobile filling station.

Специализированный транспорт и средства механизации являются неотъемлемой частью работы любого современного аэропорта. Необходимость аэродромной техники заключается в обеспечении производственных функций различных аэропортовых служб: она используется при обслуживании экипажей, пассажиров, багажа, грузов и почты, а также при коммерческом и техническом обслуживании воздушных судов.

Несмотря на развитие направления по разработке и внедрению электрических видов транспорта в различные аэропортовые предприятия нашей страны, на сегодняшний день функционирование преимущественного большинства эксплуатируемых на аэродромах машин осуществляется посредством использования двигателя внутреннего сгорания, в соответствии с чем необходимо обеспечивать их бензиновым или дизельным топливом, в зависимости от типа двигателя.

Наиболее распространенным вариантом топливообеспечения легкового и грузового транспорта аэропорта является осуществление заправки посредством использования типовой автомобильной заправочной станции (АЗС). Как правило, она включает в себя подземные резервуары для хранения различных видов топлива, топливораздаточные колонки с насосами, а также бытовые и административные здания для персонала АЗС. Заправочные станции такого типа имеют некоторые особенности: большую потребную площадь, необходимость наличия персонала, осуществляющего и контролирующего процесс заправки транспорта, и,

следовательно, коммуникаций, таких как тепло-, водо- и электроснабжение, необходимых для обеспечения производственной среды персонала.

Альтернативным решением вопроса обеспечения топливом специализированного транспорта и средств механизации аэропорта может стать контейнерная автоматизированная автомобильная заправочная станция (КААЗС) – АЗС, технологическая система которой предусматривает заправку транспортных средств только жидким топливом и отличается тем, что ее резервуары расположены над землей, а топливораздаточные колонки размещены в контейнере хранения топлива, выполненном как единое изделие [1].

Характерными чертами КААЗС можно назвать меньшую эксплуатируемую площадь и возможность размещения на стесненных ограничениями земельных участках, полное отсутствие постоянного обслуживающего персонала, и, как следствие, необходимости в тепло- и водоснабжении, а также возможность использования автоматизированных систем, позволяющих осуществлять дистанционное управление оборудованием и контроль его функционирования, а также анализ и планирование потребного количества топлива и частоты его поставок [2].

Стандартная КААЗС представляет собой цельнометаллическую или покрытую профнастилом конструкцию, внутри которой находится цистерна и топливораздаточный узел в отдельном шкафу. Резервуар может быть разделен на несколько секций, что предполагает возможность хранения дизельного и бензинового топлива разных октановых чисел в одной цистерне. В топливораздаточном узле располагаются насосы, фильтры, различные датчики (температуры, массы, плотности, уровня топлива), счетчики расхода топлива и раздаточные краны со шлангами [3].

Требования к размещению, а также основные правила и принципы, предъявляемые к КААЗС, изложены в СП 156.13130.2014 «Станции автомобильные заправочные. Требования пожарной безопасности», утвержденном приказом МЧС от 05 мая 2014 года. В указанном своде правил определены минимальные расстояния от АЗС жидкого топлива, размещенных вне территорий населенных пунктов, до не относящихся к ним объектов, а также минимальные расстояния между зданиями и сооружениями АЗС жидкого топлива с надземными резервуарами. Учитывая положения данного документа, а также примерную занимаемую площадь традиционной АЗС, можно с уверенностью сказать, что размещение КААЗС более экономично с точки зрения использования территории, что позволяет устанавливать ее в более стесненных условиях.

Выдача топлива на КААЗС осуществляется путем использования топливных карт. Это позволяет производить заправку полностью автономно, что предусматривает отсутствие необходимости обслуживающего персонала на месте, а также контролировать расход топлива той или иной техники, не допуская возможности хищения топлива операторами эксплуатируемых на аэродроме машин. Также, в перспективе, такого рода информация может помочь в оптимизации производства путем организации более эффективных маршрутов движения спецтранспорта по территории аэропорта.

Обработка информации, получаемой с одной или нескольких КААЗС одновременно, осуществляется дистанционно лицом или группой лиц в диспетчерском пункте посредством применения специализированного программного обеспечения или автоматизированной системы. Использование инновационных технологических решений в данном ракурсе позволит автоматически и непрерывно осуществлять сбор информации о заправках конкретных транспортных средств, при необходимости управлять выдачей топлива, производить учет расходуемого топлива по периодам и по заправочным станциям, анализировать и планировать поставки топлива в резервуары, производить мониторинг оборудования, его диагностику и планирование технического обслуживания, а также предоставлять необходимую отчетность и подразумевает возможность совместимости с автоматизированными системами и программами, обеспечивающими работу всего предприятия в целом.

Говоря об экономической эффективности предлагаемого пути совершенствования процесса обеспечения топливом специализированного транспорта и средств механизации в аэропорту, стоит отметить простоту реализации данного решения, рациональное использование территории, возможность размещения нескольких КААЗС в нескольких подходящих для этого зонах аэропорта, дистанционное управление и координация всех заправочных пунктов одновременно, автоматическое создание и передача необходимых отчетных документов, контроль и учет расходуемого топлива, анализ и планирование поставок, мониторинг состояния оборудования, а также сокращение затрат на содержание персонала станции.

Таким образом, внедрение контейнерных автоматизированных автомобильных заправочных станций в аэропортах, независимо от объема обслуживаемого ими пассажиропотока, – способ существенно снизить как финансовые, так и временные затраты на пока что неизбежный, как минимум в реальных темпах экологического развития нашей страны, процесс обеспечения легковых и грузовых аэродромных машин различными видами жидкого топлива, что поможет усовершенствовать и оптимизировать экономическую систему аэропортового предприятия.

Список литературы

1. СП 156.13130.2014 Станции автомобильные заправочные. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200110842> (дата обращения 28.10.2023).
2. Фоченкова Д.В. Автоматические автомобильные заправочные станции - оптимальные и перспективные инвестиции в кризисный период / Д. В. Фоченкова // Аллея науки. – 2018. – Т. 1, № 3(19). – С. 65-68.
3. Группа компаний АЗС Комплект [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.azsk74.ru/mini_azs/konteynerye_azs_kazs.html (дата обращения 28.10.2023).

УДК 656.13

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В ПЕРЕВОЗОЧНЫЙ ПРОЦЕСС

Сафиуллин Руслан Равиллович – кандидат технических наук, доцент кафедры транспортно-технологических процессов и машин

Орешкина Алина Дмитриевна – магистрант кафедры транспортно-технологических процессов и машин

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II»

Аннотация. Технологический прогресс в сфере искусственного интеллекта, датчиков и автоматизированных систем способствует разработке эффективных и безопасных беспилотных транспортных средств. Адаптивность данного транспорта к различным задачам показывает его потенциал в логистике, а также доставке грузов в труднодоступные места. Конечно, необходимо также учесть, что в настоящее время существует немало ограничений и препятствий для внедрения беспилотных транспортных средств.

В статье рассмотрены основные этапы развития беспилотных автомобилей в России, приведены ранее проведенные исследования и представлена модель факторов, сдерживающих внедрение технологий в перевозочный процесс.

Ключевые слова: беспилотные транспортные средства, внедрение, дорожное движение, автономное управление, сдерживающие факторы, дорожная инфраструктура.

ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS OF IMPLEMENTING UNMANNED VEHICLES IN THE TRANSPORTATION PROCESS

Safiullin Ruslan R. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Transport and Technological Processes and Machines

Oreshkina Alina D. – master's student of the Department of Transport and Technological Processes and Machines

Saint Petersburg Mining University

***Abstract.** Technological advances in artificial intelligence, sensors and automated systems are facilitating the development of efficient and safe autonomous vehicles. The adaptability of this transport to various tasks shows its potential in logistics and delivery of goods to hard-to-reach places. Of course, it is also necessary to take into account that currently there are many restrictions and obstacles to the implementation of unmanned vehicles*

This article examines the main stages in the development of unmanned vehicles in Russia, presents previously conducted studies and presents a model of factors hindering the introduction of technologies in the transportation process.

***Keywords:** driverless vehicles, implementation, traffic, autonomous control, limiting factors, road infrastructure.*

С каждым годом технологический прогресс позволяет внедрять новые технологии, оборудование и другие инновации в нашу жизнь. Благодаря достижениям в области искусственного интеллекта, датчиков, компьютерного зрения и автоматизированных систем разрабатываются более эффективные и безопасные транспортные средства.

Международное сообщество автомобильных инженеров (SAE) в зависимости от того, насколько человек участвует в управлении транспортом, выделило 5 уровней автономности, в которых на первом уровне управление происходит полностью человеком, а технологии лишь помогают ему, а пятый – полностью автономное средство без необходимости иметь водителя [1].

Беспилотный транспорт может быть адаптирован к различным задачам, будь то интеграция в логистическую сеть или выполнение специфических функций, например, доставка грузов в отдаленные или опасные места.

В 2016 году положено начало федеральному проекту «Караван», в рамках которого автомобили двигались по участку дороги без водителей, а разработчики, находившиеся на пассажирском сидении, контролировали процесс.

Учитывая природно-климатические условия России, которая находится в 4 климатических поясах, был создан проект «Зимний город», инициатором которого стал инновационный центр «Сколково». Дождь и снег, скрывающий дорожную разметку и знаки, являются не редкими явлениями во многих частях страны, что значительно снижает возможность беспилотных автомобилей ориентироваться. Эти факторы ограничивают работоспособность датчиков, что ведет к угрозам безопасности. Участникам проекта требовалось разработать беспилотный автомобиль, готовый к использованию в условиях низких температур и перепадах климатических зон. Судя по результатам, ни одна из команд не смогла преодолеть технический барьер.

Первый коммерческий беспилотный автомобиль в России, перевозящий грузы по территориям промышленных объектов, был представлен «КамАЗ» в 2019 году.

При поддержке Правительства РФ в 2020 году реализован совместный проект «Газпром нефти» и «КамАЗ» для перевозки грузов в условиях Арктики, результаты которого представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Испытание беспилотных КАМАЗов на Восточно – Мессояхском месторождении

В 2021 году Правительство РФ одобрило запуск беспилотных автомобилей по автомобильной дороге М-11 «Нева», связывающие Санкт-Петербург и Москву. Взяв на себя юридические риски, утвердило Постановление Правительства Российской Федерации от 17.10.2022 г. № 1849 «Об установлении экспериментального правового режима в сфере цифровых инноваций и утверждении Программы экспериментального правового режима в сфере цифровых инноваций по эксплуатации высокоавтоматизированных транспортных средств в отношении реализации инициативы «Беспилотные логистические коридоры» на автомобильной дороге общего пользования федерального значения М-11 «Нева».

Уже в июне 2023 года первые грузовые беспилотные автомобили были запущены в рамках данного проекта, реализацией которого занимается НПО «Старлайн», а к октябрю начались регулярные рейсы по перевозке грузов.

В настоящее время потенциал беспилотных транспортных средств стал очевиден не только для научного сообщества, но и широких масс, что побуждает большее число людей изучать их. Отслеживание данных из пилотных и исследовательских проектов по внедрению беспилотных транспортных средств (например, анализ эксплуатационных данных, статистика аварийности и уровень доверия общества к таким технологиям) способствует более эффективной оценке.

В исследовании Криволаповой О.Ю. и Емельянцева О.В. «Разработка алгоритма внедрения беспилотных автомобилей на предприятии» описаны принципы работы и риски внедрения беспилотных автомобилей. Авторы считают, что несмотря на скорое использование таких инноваций в логистическом бизнесе, ключевым риском является экономический. К этим рискам относится вероятность возникновения неблагоприятных финансовых последствий из-за потери дохода. Значительные расходы необходимы для приобретения беспилотных автомобилей, технического оборудования и обучения персонала. Для окупаемости затрат требуется определенное время, в течение которого капитал будет восполнен. Также

отмечается, что период окупаемости беспилотных грузовых автомобилей превышает аналогичный период для традиционных грузовиков, представляя собой финансовый риск, и крайне важно, чтобы затраты оказались обоснованными [2].

В работе Руденко Н.И. «Социальные исследования беспилотных автомобилей: теоретический обзор» изучены основные социологические подходы в исследовании беспилотных автомобилей, которые можно разделить на пять направлений. Культурные антропологи изучают необходимость адаптации беспилотных автомобилей к разнообразным практикам вождения. Социальная психология стремится создать доверие к этим автомобилям, ведь в настоящее время не все готовы к принятию новых технологий. Опросы в социологии выявляют интерес социодемографических групп к беспилотным автомобилям. Планировщики городов анализируют влияние беспилотного транспорта на городскую среду. Государственное регулирование старается охватить широкий спектр социальных аспектов, связанных с беспилотными автомобилями. Согласно результатам автора, социальные проблемы с внедрением беспилотных технологий существуют уже сейчас [3].

Согласно исследованиям международной консалтинговой компании «McKinsey & Company», с 2021 по 2022 года количество вакансий, связанных с технологическими тенденциями, увеличилось на 15%, однако, на рынке не хватает высококвалифицированных специалистов, способных к работе с программным обеспечением и электротехникой.

При оценке эффективности внедрения беспилотных транспортных средств целью является комплексный анализ, который позволит оценить их потенциал, выявить преимущества и недостатки, а также определить условия для максимальной пользы и минимизации рисков при использовании этой передовой технологии.

Прежде всего, оценивание направлено на изучение экономической выгоды, которую могут принести беспилотные системы. Оно включает в себя анализ экономических показателей, таких как снижение операционных издержек, улучшение производительности и увеличение эффективности процессов перевозок [4]. Беспилотные грузовые автомобили не требуют оплаты водителя и могут работать круглосуточно, что снижает операционные затраты, включая расходы на топливо.

Кроме того, необходимо особое внимание уделять анализу влияния беспилотных транспортных средств на безопасность дорожного движения, в том числе на снижение аварийности, и на особенности разработки систем безопасности [7].

Необходимо учитывать качество навигации, технической подготовки и устойчивости транспортных средств к внешним факторам [5]. Так в Российской Федерации данный параметр имеет важную роль в связи с ее различным климатом [6]. Разработка беспилотных транспортных средств, адаптированных к таким условиям продолжается в настоящее время.

В современных беспилотных транспортных средствах находятся необходимые системы безопасности, включая системы предотвращения столкновений и мониторинга окружающей среды [8]. Они могут работать без усталости и не нарушают правила дорожного движения. Автоматизированные системы обладают потенциалом снижения аварийности, что положительно сказывается на обществе в целом.

Также учитываются социальные и культурные факторы, влияние их на социальные группы, изменения в занятости, а также принятие новых технологий обществом. Население необходимо обучать использовать автопилотируемые транспортные средства, подробно разъясняя их функции, преимущества и особенности. Для постепенной адаптации современные автопроизводители выпускают автомобили, имеющие системы помощи при парковке и различные датчики, например, давления в шинах. Однако требуется время для повышения финансовой доступности новых технологий.

Оценивание воздействия на окружающую среду содержит анализ снижения выбросов загрязняющих веществ, уменьшение транспортных заторов и более эффективное использование ресурсов. Многие беспилотные грузовики работают на электричестве или с низким уровнем выбросов, что способствует соблюдению стандартов экологической

безопасности и снижению воздействия на окружающую среду. Однако, появляется иная проблема, связанная с утилизацией аккумуляторов. Неподготовленность рынка в данном направлении может добавить существенные проблемы в скором будущем.

Наконец, стоит учесть и другие сдерживающие факторы внедрения беспилотных автомобилей. К таким можно отнести техническое состояние автомобильных дорог, включая их оснащение, безопасность передачи данных и нормативно-правовой статус беспилотных автомобилей [9].

Риски, связанные с внедрением беспилотного транспорта, играют большую роль на при принятии решения о необходимости и готовности внедрения. Возможные технические сбои и законодательные изменения требуют существенной проработки.

Существуют сложности в разработке законодательства и стандартов для безопасной эксплуатации беспилотных автомобилей и их страховании [10]. Также для максимальной надежности и безопасности требуется доработка технических аспектов, включая системы навигации и связи.

Рассмотрим ключевые условия, которые влияют на то, насколько широко могут использоваться автопилотируемые транспортные средства, ограничивающие факторы, требующие внимания при использовании, а также оптимальные решения для внедрения. Все эти пункты тесно взаимосвязаны и обусловлены социальными, техническими и экономическими аспектами, определяющими развитие интеллектуальных систем на транспорте.

Развитие науки и техники напрямую зависит от политики государства, приоритета задач, стоящих в данное время и, соответственно, от программ, направленных на поддержку и финансирование бизнеса в тех или иных отраслях. Сейчас правительство способствует разработке беспилотных технологий и поддерживает их развитие.

Модель оценки сдерживающих развитие факторов представлена на рисунке 2.

Все вызовы, связанные с использованием беспилотных транспортных средств, требуют скорейшего решения и большого внимания ученых, государства и населения, которое является ключевым пользователем.

При внедрении и применении беспилотных транспортных средств также имеется потенциал для создания положительных изменений:

- сокращение времени доставки, что позволит выполнять дополнительные функции, повысить качество обслуживания и удовлетворенность потребителей;
- снижение затрат за счет уменьшения оплаты труда сокращенного персонала и уменьшения эксплуатационных расходов, которые являются основными компонентами в определении общей стоимости перевозок;
- повышение безопасности благодаря уменьшению количества дорожно-транспортных происшествий;
- увеличение эффективности использования пропускной способности автомобильных дорог.

Заключение

Перспективы широкого использования автопилотируемых транспортных средств в повседневной жизни вызывают несомненный интерес, принимая во внимания ряд проблем, которые они закрывают.

В развитых странах эволюция информационных технологий и автоматизированных систем управления происходит довольно быстро, активно поддерживается и финансируется. Многие эксперты выдвигают гипотезу, что уже к 2030 году беспилотные транспортные средства могут выйти на массовый рынок.

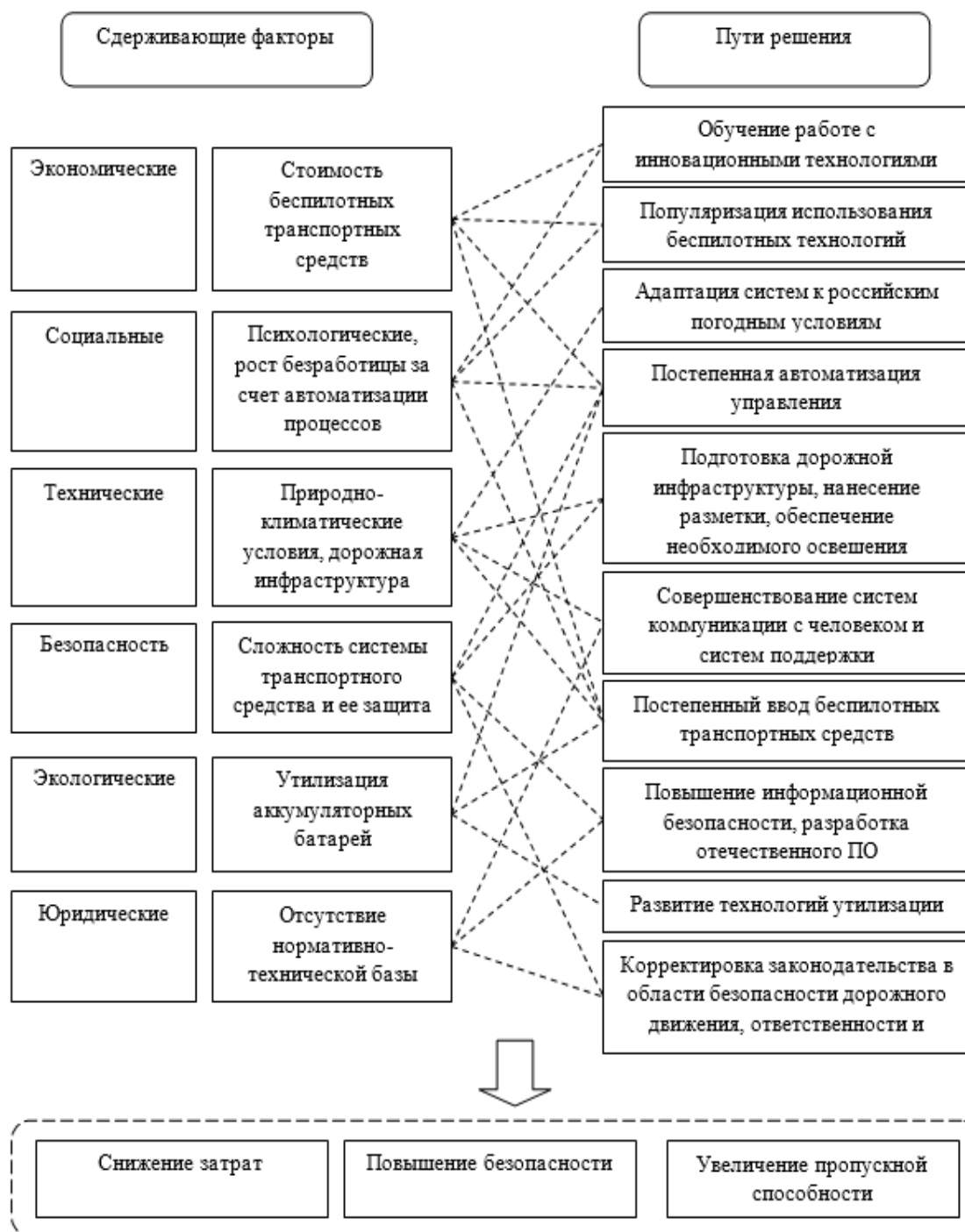


Рисунок 2 – Модель оценки факторов, сдерживающих внедрение беспилотных транспортных средств

Для реализации этого важна совместная деятельность и вовлеченность государственных и частных структур, научных организаций, расширение финансирования, а также создание единых стандартов, подходов и программ, которые в совокупности позволят ускорить развитие транспортной инфраструктуры.

Список литературы

1. Сафиуллин Р.Н., Хаотьян Т., Сафиуллин Р.Р. Результаты исследований по внедрению интеллектуальных технологий ICV в транспортную систему городской агломераций // Техничко-технологические проблемы сервиса. – 2023. – № 2(64). – С. 78-86.

2. Криволапова О.Ю., Емельянцева О.В. Разработка алгоритма внедрения беспилотных автомобилей на предприятии // Молодой исследователь Дона. – 2018. – № 5(14). – С. 61-66.
3. Руденко Н.И. Социальные исследования беспилотных автомобилей: теоретический обзор // Журнал социологии и социальной антропологии. – 2019. – Т. 22, № 6. – С. 123-149.
4. Сафиуллин Р.Н., Пыркин О.П., Карпов С.Н., Демченко В.А. Системы автоматического управления технологическими процессами доставки грузов в транспортно-логистических структурах материально-технического обеспечения: монография. ВАМТО. – СПб: «Свое издательство», 2021. – 304 с.
5. Сафиуллин Р.Н., Афанасьев А.С., Резниченко В.В. Концепция развития систем мониторинга и управления интеллектуальных технических комплексов // Записки Горного института. – 2019. – Т. 237. – С. 322-330.
6. Шаталова Н.В., Михов О.М., Бородина О.В. Потенциал развития логистики арктической зоны РФ за счет применения дронов // Морские интеллектуальные технологии. – 2021. – № 2-1 (52). – С. 137-144.
7. Belikova D.D., Safiullin R.N. The Design and Evaluation of a Telematic Automated System of Weight Control for Heavy Vehicles // Infrastructures. – 2022. – Vol. 7, № 7. – At. 86.
8. Сафиуллин Р.Н., Ефремова В.А., Сорокин К.В. Алгоритм оценки эффективности функционирования бортовых информационно-управляющих систем транспортных средств с учетом влияния их на процесс доставки грузов // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2022: материалы Международной научно-практической конференции. – С-Пб.: ИПТ РАН. – 2022. – Т. 2. – С. 78-81.
9. Кацуба Ю.Н., Караваев Н.А. К вопросу продвижения беспилотных технологий на грузовом автомобильном транспорте // Международный научно-исследовательский журнал. – 2023. – № 1(127). – DOI 10.23670/IRJ.2023.127.85. – EDN VAAKFJ.
10. Сафиуллин Р.Н., Сафиуллин Р.Р., Пыркин О.П. Актуальные вопросы правового регулирования при внедрении цифровых технологий в интеллектуальные транспортные системы // Цифровые технологии и право: материалы I Международной научно-практической конференции. – Казань: Издательство «Познание». – 2022. – Т. 3. – С. 28-35.

УДК 004.023

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТА БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

***Борисов Александр Николаевич** – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры систем автоматического управления и бортовой вычислительной техники*

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный морской технический университет;

научный сотрудник лаборатории проблем организации транспортных систем

ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук

***Елисеев Павел Владимирович** – магистрант кафедры систем автоматического управления и бортовой вычислительной техники*

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный морской технический университет

Аннотация. В статье рассматривается задача построения оптимального маршрута беспилотного летательного аппарата (БПЛА) для обследования заданной географической области. Представлен подход к её решению с применением генетического алгоритма.

Определены основные шаги для построения оптимального маршрута БПЛА. В заключение приведены результаты имитационного моделирования с применением инструментальных средств языка Python.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, задача обследования, полётная миссия, оптимизация маршрутов, генетический алгоритм, язык программирования Python, GeoJson, координатная сетка.

DETERMINING THE OPTIMAL ROUTE OF AN UNMANNED AERIAL VEHICLE USING A GENETIC ALGORITHM

Borisov Aleksandr N. – Senior Lecturer of the of the Department of Automatic Control Systems and On-board Computer Facilities

St. Petersburg State Marine Technical University;

Researcher

Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences

Eliseev Pavel V. – student of the of the Department of Automatic Control Systems and On-board Computer Facilities

St. Petersburg State Marine Technical University

***Abstract.** The paper considers the problem of constructing the optimal route of an unmanned aerial vehicle (UAV) to survey a given geographical area. The approach to its solution using genetic algorithm is presented. The main steps for constructing the optimal UAV route are defined. Finally, the results of simulation modeling with the use of Python language tools are presented.*

***Keywords:** unmanned aerial vehicle, survey task, flight mission, route optimisation, genetic algorithm, Python programming language, GeoJson, coordinate grid.*

В настоящее время беспилотные летательные аппараты (БПЛА) играют всю более значительную роль в самых различных сферах жизни человека [1,2]. Одним из важных направлений применения воздушных дронов является обследование областей, как правило, определенных множеством географических координат.

Однако применение БПЛА подразумевает наличие своеобразных ограничений, обусловленных как техническими характеристиками аппарата, так и особенностями окружающей среды. Все более актуальными становятся сценарии применения БПЛА, при которых отсутствует непрерывный канал связи между дроном и оператором. Поэтому в задаче обследования появляется необходимость иметь заранее запланированный маршрут полетной миссии. Кроме того, к маршруту н могут применяться различные критерии оптимальности (кратчайшая дистанция перемещения, наименьшее энергопотребление и тд).

Рассмотрим алгоритм для расчета оптимального маршрута полётной миссии в задаче обследования заданной зоны посредством БПЛА. Для оптимизации воспользуемся генетическим алгоритмом [3].

Алгоритм состоит из следующих этапов: ввод параметров, генерация точек зоны обследования, которые необходимо посетить, построение оптимального маршрута посещения заданных точек с помощью генетического алгоритма, вывод общего результата.

В качестве исходных данных выделяются следующие:

- ширина приборного зрения – определяет пространственный размер, который может проанализировать БПЛА при полёте;
- вершины зоны обследования – географические координаты, определяющие географический объект, полигон, который необходимо обследовать;
- стартовая точка – географические координаты точки начала маршрута при полёте к зоне обследования;
- финишная точка – географические координаты точки окончания маршрута.

Результатом работы алгоритма является упорядоченная последовательность ключевых точек зоны обследования в файле формата GeoJson [4,5].

В качестве инструментальных средств реализации алгоритма выбран язык Python, так как он обладает широким выбором доступных библиотек с открытым исходным кодом и обилием примеров для самых разнообразных задач [6].

Одним из требований к ключевым точкам маршрута является равномерное распределение по зоне обследования, что может быть обеспечено путём построения координатной сетки.

Для этого необходимо определить границы зоны обследования путем вычисления максимальных и минимальных широты и долготы. По данным границам строится координатная сетка с заданным шагом.

Для успешного выполнения миссии необходимо также, чтобы максимальное расстояние между двумя соседними пунктами не превышало ширину приборного зрения. Тогда при полёте через две ключевые точки территория между ними может считаться обследованной. Для вычисления шага сетки следует измерить расстояние между двумя точками с разницей в градус по широте и одинаковой долготой и наоборот при измерении приращения по долготы.

Для вычисления шага сетки определяется средняя величина между вершинами двух смежных граней прямоугольника, описанного вокруг зоны обследования [7]. Таким образом будет использоваться средняя протяжённость одного градуса широты или долготы в данной местности.

После отсеивания внешних узлов координатной сетки определяется множество ключевых точек маршрута, каждую из которых БПЛА необходимо посетить хотя бы один раз, чтобы обследовать зону.

Сформированный массив координат поступает в специальный обработчик, который применяет генетический алгоритм к задаче поиска оптимального маршрута обхода заданных точек. В этом обработчике создаётся представление маршрута в виде вектора индексов этих точек, который, в терминах генетического алгоритма, представляет из себя геном.

Обработчик вычисляет матрицу расстояний между точками, чтобы оптимизировать последующее использование этих данных при вычислении функции приспособленности генотипов. При этом вычисляются количество перестановок генов при мутации, относительная максимальная протяжённость маршрута, максимальная относительная сумма углов поворота при следовании по маршруту, максимальное относительное число самопересечений маршрута.

Функции приспособленности, мутации и скрещивания тоже объявляются в обработчике и передаются в объект генетического алгоритма в качестве callback-функций.

Функция приспособленности представляет собой сумму произведений нормированных от 0 до 1 факторов оценки маршрута на соответствующие им веса с учетом необходимости максимизации или минимизации.

Функция скрещивания выполняет «склеивание» нескольких генотипов по следующему принципу. Перебираются позиции генов в генотипе потомка, и из генотипов родителей выбираются гены, стоящие на этой же позиции. К потомку переходит первый встреченный у родителей ген, который ещё не использован.

Функция мутации генотипа выполняет заданное количество случайных перестановок генов в генотипе.

После операций, изменяющих порядок генов, выполняется функция, которая применяет к генотипу правило «ближайшей точки», которое заключается в том, чтобы при движении в приоритете выбиралась ближайшая свободная ещё не посещённая точка.

Поиск наилучшего генотипа начинается с генерации начальной популяции, размер которой является входным параметром. Генотипы начальной популяции формируются путём случайных сочетаний генов из полученного генома.

В ходе работы алгоритма выполняется процесс эволюции, смены поколений. Он заключается в: оценке генотипов текущей популяции с помощью функции приспособленности; удалении части популяции на этапе естественного отбора; группировки оставшихся особей для создания потомства; получения потомков путём скрещивания родительских генотипов по группам; мутации заданной доли генотипов с помощью функции мутации.

Выбор генотипов при естественном отборе выполняется по принципу наилучшей приспособленности: генотипы сортируются по значениям их приспособленности, и остаётся часть генотипов с наилучшими показателями.

Группировка родительских генотипов происходит без дублирования и реализована для двух родителей путём панмиксии [8].

Функция позиционной оценки описывается в обработчике и передаётся в объект генетического алгоритма в качестве callback-функции. Она необходима для определения схожести двух генотипов.

Перед каждым этапом эволюционного цикла проверяются условия продолжения. В данной работе критерием прекращения выступает ограничение по количеству итераций эволюционного цикла.

Когда эволюционный цикл завершён, выполняется контрольная оценка приспособленности и выбирается генотип с наибольшим её показателем. Затем по этому генотипу воссоздаётся искомый маршрут, на основе которого вычисляется результирующая структура данных, включающая информацию о точках входа и выхода из зоны обследования, значения функций приспособленности и позиционной оценки.

Рассмотрим пример построения маршрута полетной миссии обследования выбранной зоны морского пространства. Полученный результат представлен на рисунке, где отмечены: маркерами – точки начала и конца; синей линией – границы обследуемой области; и пунктирной линией – сгенерированный маршрут.

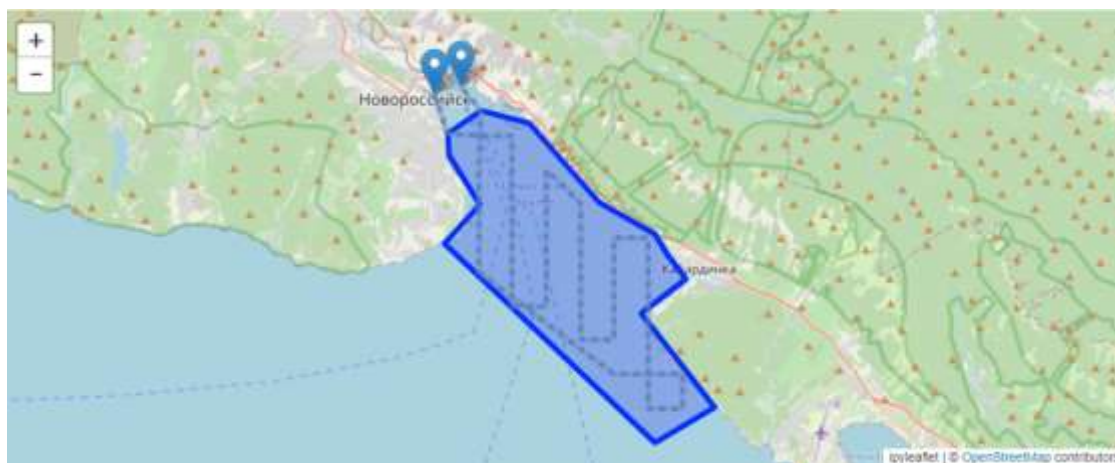


Рисунок – Пример найденного маршрута

Таким образом, была поставлена задача составления оптимального маршрута обследования заданной области беспилотным летательным аппаратом. Описан подход к решению такой задачи путём применения генетического алгоритма:

- дано представление входных и выходных данных; выбран язык программирования для реализации решения;
- рассмотрен процесс перехода от исходных данных к формату, пригодному для генетического алгоритма;
- перечислены некоторые из возможных сопутствующих проблем и возможных путей их решения;
- уточнены детали реализации генетического алгоритма в рамках рассматриваемой задачи.

Представлены результаты имитационного моделирования, обосновывающие результативность алгоритма.

Список литературы

1. Байгутлина И.А. Актуальные вопросы создания и применения беспилотных летательных аппаратов / И.А. Байгутлина, М.Е. Бояров, А.Б. Давыдов, А.Ю. Дыбля, П.А. Замятин, Е.Ф. Лядова. – М. : Издательство ООО «Сам Полиграфист», 2022. – 612 с.
2. Шаталова Н.В. Михов О.М., Бородина О.В. Потенциал развития логистики Арктической зоны РФ за счет применения дронов // Морские интеллектуальные технологии. – 2021. – № 2-1(52). – С. 137-144.
3. Руденко Э.М., Семикина Е.В. Маршрутизация беспилотных летательных аппаратов, трансцендентные целевые функции графа и генетический алгоритм // Научные технологии в космических исследованиях Земли. – 2021. – Т. 13, № 1. – С. 6-17.
4. Слободян И.А. ВЕБ-ГИС технологии в современной геодезии // Региональные проблемы геологии, географии, техносферной и экологической безопасности: материалы III Всероссийской научно-практической конференции. – Оренбург: Оренбургский государственный университет. – 2021. – С. 385-389.
5. Fahmi S.S., Shatalova N.V., Kostikova E.V. Streaming video processing of marine scenes using advanced processor instructions // Marine intellectual technologies. – 2021. – Vol.1., №2. – Pp. 124-131.
6. Дадонов А.Д., Симонов И.Н., Гаев Л.В. Актуальные языки программирования // Инновационная наука. – 2023. – № 6-1. – С. 32-35.
7. Соболева В.В., Хабарова Е.А. Применение информационных технологий для расчета основных интегральных характеристик Земли // Потенциал интеллектуально одаренной молодежи – развитию науки и образования: материалы XI Международного научного форума молодых ученых. – Астрахань: Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. – 2022. – С. 133-135.
8. Хлопцев А.А. Сравнение эффективности различных операторов выбора родительской пары в генетическом алгоритме с дискретной рекомбинацией // Инновационные технологии, экономика и менеджмент в промышленности: материалы III международной научной конференции. – Волгоград: ООО «КОНВЕРТ», 2022. – С. 174-178.

УДК 681.5:004.5

КЛАСТЕРНАЯ МОДЕЛЬ НАВИГАЦИОННОЙ СИТУАЦИИ УПРАВЛЯЕМЫХ ЧЕЛОВЕКОМ СУДОВ ПРИ ТЕСТАХ ДЛЯ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ СТОЛКНОВЕНИЙ МОРСКИХ АВТОНОМНЫХ НАДВОДНЫХ СУДОВ

Чаров Роман Александрович – аспирант кафедры электроэнергетики и электротехники

Дмитров Константин Сергеевич – аспирант кафедры электроэнергетики и электротехники

Михальский Георгий Сергеевич – аспирант кафедры электроэнергетики и электротехники

ФГБОУ ВО Керченский государственный морской технологический университет

Аннотация. Растущий интерес к применению систем навигации обусловлен развитием отрасли судоходства. Оценка навигационной безопасности и поведенческой структуры при возникновении аварийных ситуаций требует применения особых знаний и методов. Существующий аппарат решения данных проблем недостаточно реализует меры

безопасности и требует новых подходов и адаптации для минимизации аварийных ситуаций. В работе отработан фрагмент применения нейронной сети для порта Каолак в устье реки Салум в качестве примера минимизации столкновений.

Ключевые слова: нейронные сети, устойчивость, сбой системы, судно.

CLUSTER MODEL OF THE NAVIGATION SITUATION OF HUMAN-CONTROLLED VESSELS DURING TESTS FOR COLLISION PREVENTION OF MARINE AUTONOMOUS SURFACE VESSELS

Charov Roman A. – postgraduate student Electrical power engineering and electrical engineering

Dmitrov Konstantin S. – postgraduate student “Electrical power engineering and electrical engineering”.

Mikhalsky Georgy S. – postgraduate student Electrical power engineering and electrical engineering

Kerch State Maritime Technological University

Abstract. The growing interest in the use of navigation systems is due to the development of the shipping industry. Assessing navigational safety and behavioral structure in emergency situations requires the use of special knowledge and methods. The existing apparatus for solving these problems does not sufficiently implement safety measures and requires new approaches and adaptation to minimize emergency situations. The work tested a fragment of the use of a neural network for the port of Kaolak at the mouth of the Salum River as a means of minimizing collisions.

Keywords: neural networks, stability, system failure, ship.

Столкновения судов являются частыми авариями, на долю которых приходится более 50% всех морских происшествий, вызывая крупные человеческие жертвы, материальный и экологический ущерб.

В связи с широкими перспективами применения воздушных и подводных амфибийных аппаратов многие исследователи провели обширные исследования и эксперименты в различных формах проектирования и сценариях применения. Многие институты сосредоточились на аппаратах с фиксированным крылом, поскольку они обладают хорошей способностью взлетать с поверхности воды. В последние годы многороторные подводные аппараты привлекли внимание исследователей, благодаря своей простой механической структуре, хорошей парящей способности и маневренности. Квадроторный подводный аппарат Naviator, разработанный в Университете Ратгерса, имеет четыре двойных пропеллера в каждой руке аппарата с зазором между верхним и нижним пропеллерами. Во время взлета, когда верхние пропеллеры приближаются к поверхности воды, они замедляются, чтобы уменьшить силу удара при выходе из воды, и весь аппарат поднимается нижними пропеллерами. Как только верхние пропеллеры выходят из воды, они ускоряются для создания подъемной силы, а нижние пропеллеры замедляются. Когда транспортное средство погружается в воду, последовательность работы пропеллеров прямо противоположна [1,2].

Кластеризация процесса обучения

Всего в результате иерархической кластеризации было кластеризовано 347 конечных узлов. Таким образом, навигационную ситуацию можно разделить на обычные навигационные ситуации и чрезвычайные навигационные ситуации на основании расстояния Хэмминга (несходства) кластера, равного 2,3. Обычной ситуацией является случай, когда расстояние Хэмминга составляет менее 2,3 от навигационной ситуации 1:1 между собственным судном и целевым судном, что означает, что в навигационной ситуации имеется три или менее взаимосвязей между судами. Во всех навигационных ситуациях обычные навигационные ситуации возникали в 95,2% случаев, тогда как чрезвычайные навигационные ситуации возникали в 4,8% случаев.

Кроме того, были подтверждены наиболее распространенные навигационные ситуации. Наиболее часто встречающейся была навигационная ситуация прохождения в направлении с носа непосредственно на корму, не пересекая носовое или кормовое направление своего судна, к ней относились 11 кластеров из 20 основных навигационных ситуаций [1-3]. Доля этих ситуаций в общем количестве составила 64,5%. Следующей по распространенности навигационной ситуацией были суда, связанная с неприближением к своему судну в направлении носа и кормы, что происходило в 7,5% случаев. Третьим по величине показателем навигационных ситуаций была навигационная ситуация приближения с левого и правого борта и прохождения по носу или корме собственного судна, коэффициент которой составил 3,5% [4,5].

Однако до сих пор существуют неопределенности относительно применения этих методов. С помощью этого подхода объективно кластеризовались встречи с другими судами, которые могут произойти во время рейса, однако в предложенном методе не учитывались дистанция прохождения встреченных судов, время, прошедшее до прекращения ситуации и т.п.

Один из крупных портов Сенегала Каолак находится на реке Салом, что было выбрано для процесса отработки системы имитационной площадки. Согласно официальным источникам Салом судоходная река с ограничением для судна LOA – 95 м при максимальной осадке судна 4,30 м. Каталог включает карты этой реки BA Charts No. 607, 1663, 1664 и точку приема лоцмана, указанную на карте. Согласно вышеупомянутой книге “Guide to port Entry” на странице 3010 в разделе Pilotage дается следующая информация: " Лоцман может подняться на борт судна возле входа в реку Saloum в географических координатах 13° 54.0 N 016° 48.0 E (Опечатка сохранена с оригинала, на самом деле конечно должно быть W). Также он может подняться на борт судна на рейде порта Дакар. Расхождение реальной и официальной позиций в следующем:

1. В реке Saloum нет ни лоцманской станции, ни лоцманского катера с радиостанцией. Единственный вид связи — личный мобильный телефон, который не указан ни в одном из официальных документов. Капитан звонит на личный номер и определяет время прибытия лоцмана на судно. Где брать личный номер лоцмана вопрос открытый. Следовательно, вызов лоцмана только в пределах компетенции личных связей капитана судна.

2. По прибытию судна ко входу в реку лоцман пробует попасть на судно на лодке. Вход в реку расположен на побережье атлантического океана. Идет океанский накат и доставка лоцмана на деревянной лодке с мотором не лучшая идея. В точку приема лоцмана капитан выйти не может, судну необходимо зайти в реку самостоятельно и стать на якорь возле входа. Заход в реку не обозначен на навигационных картах. Информация о подходном канале устарела. Подходной канал перенесен примерно на 40 морских миль. Якорной позиции в реке нет и капитан должен найти место якорной стоянки. Именно в этот момент и возникает вопрос к картам данного региона.

3. За период работы 2016/2020 гг. в реке Saloum корректура на карты не приходила ни разу. На карте нанесены буи, 95 процентов которых отсутствует. Все глубины на карте указаны неверно. Судовой ход не соответствует карте и определить свое местоположение можно весьма приблизительно, что не дает капитану нужной информации о пути прохождения судового хода.

4. Согласно хорошей морской практике капитан не должен заходить в реку с такой обстановкой, но если судно не зайдет, то лоцмана Вам просто не дадут.

5. После того как судно стало на якорь лоцман прибывает рыболовецкой лодке и поднимается на борт без соблюдения международных правил безопасности при посадке/высадке не имея спасательного жилета и укв радиосвязи, лодки порой бывают весельные.

6. Лоцмана на реке не имеют должных навыков и умений (за исключением старшего лоцмана Мр. Таала Шек). Регион работы лоцманы не знают, не имеют достаточных навыков

по управлению морскими судами, не имеют данных о судоходном ходе (фарватере) и опасностях в реке, не имеют базовых знаний по поведению судна на мелководье.

7. Летом 2020 года на реке закончили строительство моста возле населенного пункта Фунджуль. Данный мост был спроектирован и построен без участия морской администрации. Судоходный фарватер был перекрыт опорами моста. Оставшаяся часть судового фарватера не безопасна для прохода, хотя является судоходной. Многие учения и инновации осуществляются ведущим капитаном региона Дегтяревым А.В. Безопасный проход под мостом гарантировать невозможно, так как скорость течения, наличие мелководья и ширина прохода под опорами моста исключают гарантированную возможность безопасного прохождения.

8. Походы к порту Каолак в устье реки Салум не являются безопасными. Чистка фарватера не производится. Дата последних замеров глубин неизвестна. Судоходного фарватера нет. Лоцмана не имеют данных о приливно отливных течениях (разница составляет более метра). Дно заливается, в связи с этим безопасный фарватер меняется примерно раз в месяц. Глубины не соответствуют заявленной безопасной 4,30 м. Бывали случаи посадки судна на мель на фарватере с осадкой менее 2,40 метров. Причал не имеет кранцевой защиты. Кнехты на причале отсутствуют. Швартовые концы подаются на деревянный столб, о безопасности в данных условиях речи не идет. Швартовую команду капитан вызывает по телефону капитана порта, который не указан в каких-либо официальных источниках. Швартовая команда набирается из местных жителей, которые не имеют никакой подготовки и необходимых навыков. Течение при швартовке к причалу достигает трех узлов. Судно при длине 91 метр не имеет необходимого запаса воды, чтобы произвести безопасный разворот для швартовки. Есть случаи столкновений судна с причалом. При швартовке лоцман дает рекомендации, которые систематически приводили к посадке судна на мель и столкновению с причалом, если капитан не имеет опыта захода в порт Каолак.

9. Процедуры по ОСПС в Каолаке не производятся. Доступ в порт имеют все местные жители. Систематически происходят провокации со стороны местных жителей, очень высокая опасность нахождения нелегалов на борту судна. Портовые службы не имеют каких-либо документов, рабочие на борту судна набираются из местных жителей, часто местные жители не имеют паспортов.

10. Снабжение пресной водой и продуктами не представляется возможным. Техническую пресную воду можно получить только по договоренности с пожарной командой города. Продукты питания также покупаются при использовании личностных качеств и связей капитана.

11. Медицинская помощь в порту Каолак отсутствует. При проходе реки Saloum возле порта Фунджуль, у третьего механика гражданина Египта были обнаружены все признаки инфаркта. При докладе портовым властям, судно запретили сдать человека на берег. В нарушение указаний порта была спущена шлюпка и человек на гражданской машине был доставлен в госпиталь. По информации врачей, человек находился при смерти. Была оказана своевременная медицинская помощь. Для портовых властей порта Каолак, это не являлось серьезной причиной остановки судна и снятием человека с борта судна. Вопрос был урегулирован с помощью личностных качеств капитана в порту. Во время отхода из порта Каолак, фитер на швартовых операциях наступил в колышек 70 мм швартового конца. Был сильный перелом ноги со смещением. Порт запретил возврат судна к причалу, на запрос капитана предоставить транспортное средство или буксир портовыми властями был дан отказ и требование продолжать рейс. Судно было посажено на мель и с помощью грузового крана фитер был выгружен на причал. После этого порт предоставил машину скорой помощи, а на борт судна немедленно прибыла полиция для расследования действий капитана. Вопрос был урегулирован с помощью личностных качеств капитана судна. Внутренние водные пути (ВВП) России являются важнейшими транспортными артериями не только страны, но и евроазиатского региона. Организация плавания по ВВП России, уровень лоцманской проводки, портовых служб, навигационная обстановка в каналах и реках, а также вклад

государства в контроль за соблюдением мер безопасности выводит нашу страны минимум на мировой уровень, а зачастую и превосходит его. В настоящее время количество грузов и тоннаж флота продолжает увеличиваться. Строятся новые порты, судостроительные заводы, суда речного и смешенного река море плавания, развивается инфраструктура, но, развивая эту отрасль, мы должны уделить должное внимание, как минимум, поддержанию уровня безопасности мореплавания.

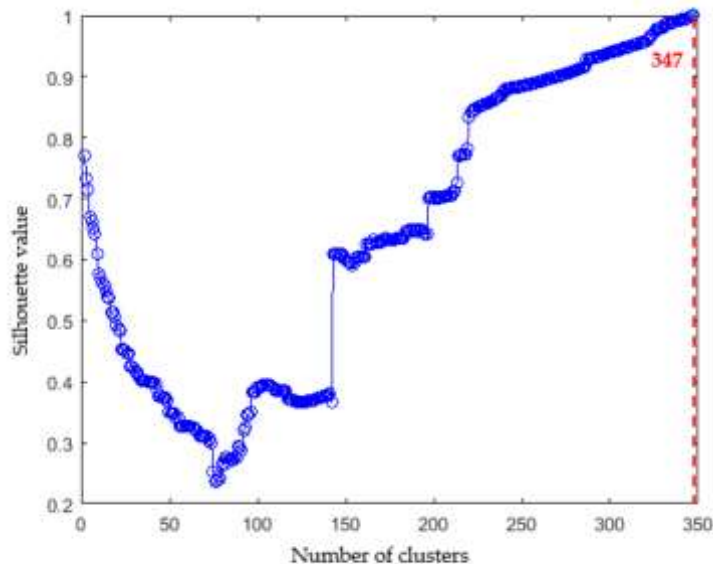


Рисунок – Моделирование ситуации поведения модели

Заключение. Сравнение сетей на реальных данных показало, что лучшая производительность достигается при использовании автокодирующей сети неисправности, что может отсрочить ее обнаружение до тех пор, пока ее последствия не станут критическими. Имитационные модели адаптации нейронных сетей для исследуемого региона апробированы и реализованы в структурных компонентах модели (рис.).

Моделирование и отработка ситуации позволяет строить кривые оценки и прогноза. Применение аппарата искусственных нейронных сетей помогают проводить более точный и своевременный прогноз обстановки.

Список литературы

1. Ивановский А.Н., Черный С.Г. Особенности технической реализации АСУТП драфт сюрвей // Автоматизация в промышленности. – 2023. – № 2. – С. 15-18.
2. Черный С.Г., Ивановский А.Н. Автоматизированная система управления БПЛА в пределах локальной системы позиционирования // Состояние и перспективы развития современной науки по направлению «Робототехника»: материалы IV Всероссийской научно-технической конференции.– Анапа: Военный инновационный технополис «ЭРА». – 2022. – Т. 2. – С. 18-25.
3. Bipedal Walking of Underwater Soft Robot Based on Data-Driven Model Inspired by Octopus / Q. Wu, Y. Wu, X. Yang // Frontiers in Robotics and AI. – 2022. – Vol. 9. – P. 815435.
4. Безмен П.А. Расширенный фильтр Калмана, дополненный адаптивным цифровым фильтром, для комплексирования данных системы управления мобильным роботом // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2020. – № 2. – С. 85-94.
5. Бобырь М.В., Булатников В.А. Моделирование нечеткого фильтра и фильтра Калмана для обработки входного сигнала // Информационные технологии и нанотехнологии (ИТНТ-2020): материалы VI Международной конференции и молодежной школы. – Самара: Самарский национальный исследовательский университет. – 2020. – Т. 4. – С. 825-830.

НЕЙРОСЕТЕВОЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ ДВИЖЕНИЕМ ТРАНСПОРТНОГО БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Сиек Юрий Леонардович – доктор технических наук, заведующий кафедрой систем автоматического управления и бортовой вычислительной техники

Борисов Александр Николаевич – старший преподаватель кафедры систем автоматического управления и бортовой вычислительной техники

Сальников Андрей Дмитриевич – магистрант
ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный морской технический университет

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы управления движением беспилотным летательным аппаратом (БПЛА) морского базирования с учетом внешних ветровых возмущений. Представлен алгоритм стабилизации БПЛА, основанный на использовании настроенного ПИД-регулятора, а также альтернативный подход, использующий нейронные сети. Для анализа качества управляемого движения с использованием ПИД-регулятора и нейросетевого подхода разработана имитационная модель в среде MATLAB Simulink и проведено моделирование.

Ключевые слова: БПЛА, управление движением, ПИД-регулятор, математическая модель, автономный транспорт, нейронные сети, нейросетевой регулятор, стабилизация.

NEURAL NETWORK APPROACH TO MOTION CONTROL OF TRANSPORTATION UNMANNED AERIAL VEHICLES

Siek Yuriy L. – Dr. Sci. (Eng)s, Head of the Department of Automatic Control Systems and On-Board Computer Facilities

Borisov Aleksandr N. – Senior Lecturer of the of the Department of Automatic Control Systems and On-board Computer Facilities

*Salnikov Andrey D. – master student
St. Petersburg State Marine Technical University*

Abstract. The article discusses the issues of motion control of a sea-based unmanned aerial vehicle (UAV) considering external wind disturbances. The algorithm of UAV stabilization based on the use of tuned PID controller is presented, as well as an alternative approach using neural networks. To analyze the quality of controlled motion using PID controller and neural network approach, a simulation model in MATLAB Simulink environment is developed and simulations are performed.

Keywords: UAV, motion control, PID controller, mathematical model, autonomous transport, neural networks, neural network controller, stabilization.

В настоящее время беспилотные летательные аппараты (БПЛА) морского базирования применяют для решения широкого круга транспортных и логистических задач, таких как доставка грузов в отдаленные труднодоступные прибрежные регионы, картографирование местности и экологический мониторинг окружающей среды [1,2].

В то же время управление движением БПЛА в условиях внешних возмущений оказывается сложной задачей, для решения которой применяется пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор (ПИД-регулятор). Стандартный ПИД-регулятор не способен адаптироваться под изменяющиеся условия нелинейной и нестационарной системы, а следовательно, гарантированно обеспечивать стабильность летательного аппарата [3-5]. Перспективным подходом к устранению недостатков классических регуляторов является применение нейронных сетей (НС).

Применение при управлении движением БПЛА НС способно обеспечить более высокий уровень надежности и адаптации объекта управления к внешним возмущениям [6-8]. Благодаря нелинейному отображению входных данных возможна фиксация динамики БПЛА для разработки контроллера. Основной задачей данной работы является сравнение работы двух регуляторов в условиях внешнего ветрового воздействия.

ПИД-регулятор успешно решает задачу стабилизации БПЛА в определенных ситуациях. При сильных внешних возмущениях и ошибочных измерениях с датчиков БПЛА зачастую наблюдается нарушение плавности полета.

Целью ПИД-регулятора является моделирование «оптимального отклика» на набор входных данных. Такой регулятор не является идеальным решением, но в некоторых случаях может быть близок к нему.

Альтернативным вариантом решения задачи стабилизации БПЛА является использование НС. Нейронные сети обладают свойством аппроксимации нелинейных функций и могут эффективно применяться на практике, если у разработчиков существует обучающий набор с примерами входных и выходных данных. На основе градиентных методов оптимизации и обучающей выборки параметры НС постепенно обучаются, минимизируя квадратичную ошибку выхода.

Одним из современных подходов к тренировке НС является обучение с подкреплением, которое заключается в добавлении в алгоритм системы «наград и штрафов». Наградой является некоторое число, показывающее насколько удачным в данной ситуации оказалось то или иное управляющее воздействие. Например, можно награждать алгоритм каждую секунду по одному баллу, если БПЛА удерживается в горизонтальном положении, и отнимать 100 баллов, если БПЛА упадет. Таким образом, НС постоянно формирует представление о соответствующей управляющей функции, которая наилучшим образом решает задачу стабилизации БПЛА. На каждом шаге обучения алгоритм выбирает действие, которое он считает оптимальным, исходя из текущих параметров НС, или выбирается случайное решение, близкое к оптимальному предположению. Случайность в процессе обучения позволяет исследовать новые области допустимых решений, которые могут оказаться эффективнее.

Для обучения НС в данной статье используется библиотека C++ FANN Library. Входными данными контроллера на основе искусственной нейронной сети являются рассогласования заданных и текущих параметров движения. На выходе формируются управляющие воздействия для поддержания устойчивого движения БПЛА.

Для компьютерного моделирования БПЛА используется среда MATLAB с подсистемой программных средств Simulink. На базе разработанной компьютерной модели проведено имитационное моделирование динамических процессов. Структура компьютерной модели БПЛА с управлением на основе ПИД-регулятора представлена на рисунке 1, а на основе нейросетевого регулятора (НСР) на рисунке 2. Сигналы с датчиков подаются на соответствующие регуляторы, а управляющие воздействия на моторы.

Процесс обучения нейронной сети организован сторонними средствами (FANN C++ Library), а матрица весов экспортируется в Simulink модель. В работе используется трехслойная сеть прямого распространения с сигмоидальной функцией активации в скрытом слое и линейной в выходном.

Основная цель имитационного моделирования заключается в сравнении устойчивости и надежности НСР по отношению к ПИД-регулятору, с различными уровнями ветровых возмущений. На рисунках 3, 4, 5 представлены траектории движения БПЛА для различной скорости ветра.

Из результатов моделирования можно сделать вывод, что при управлении движением БПЛА с помощью нейросетевого регулятора повышается устойчивость движения по сравнению с ПИД-регулятором.

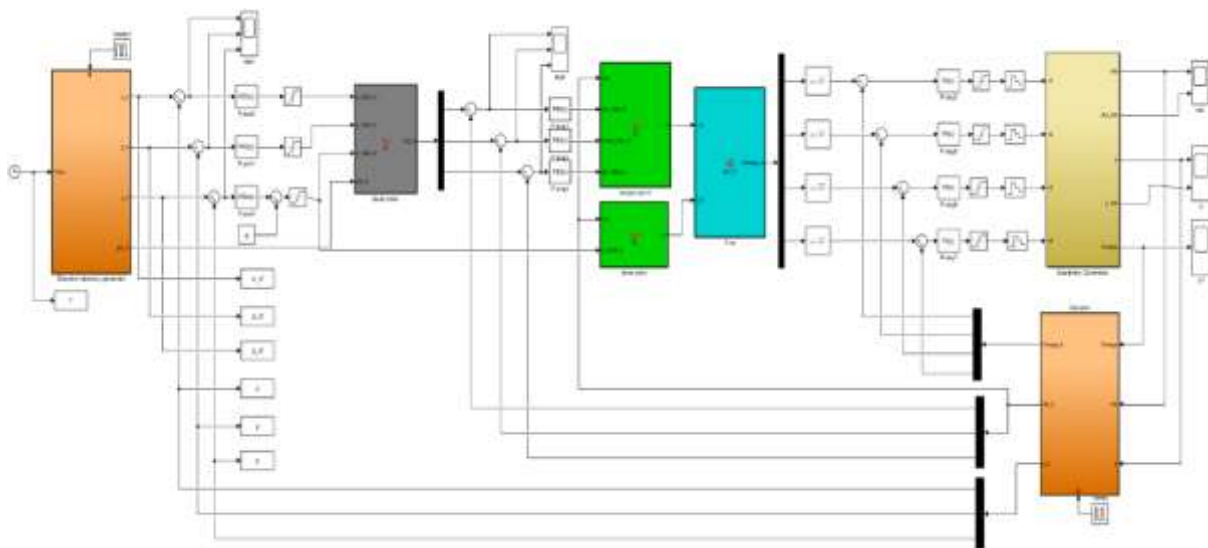


Рисунок 1 – Simulink модель БПЛА на основе ПИД-регулятора

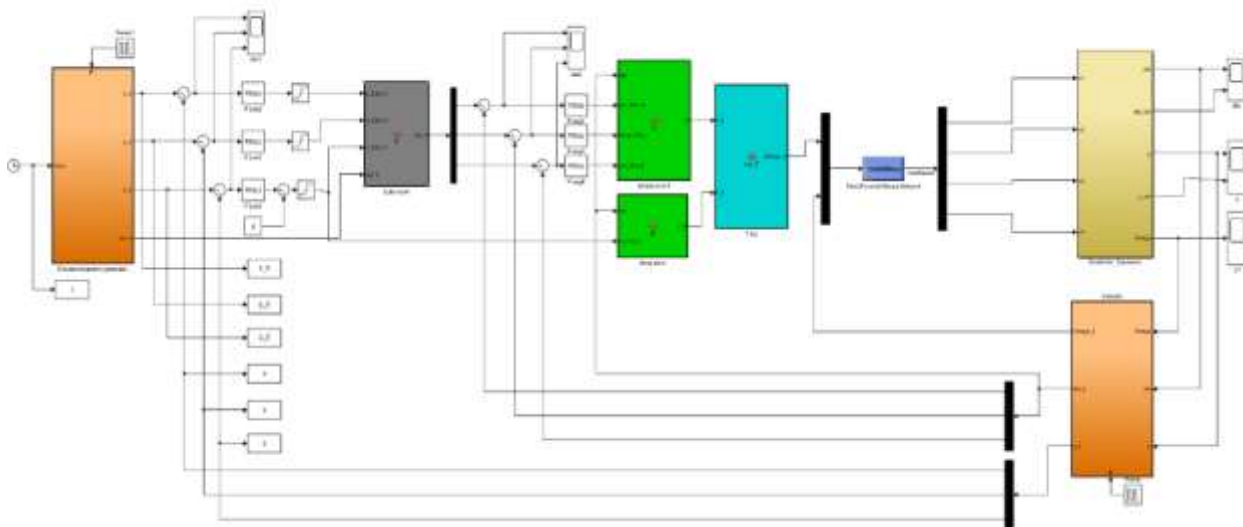


Рисунок 2 – Simulink модель БПЛА на основе НСР

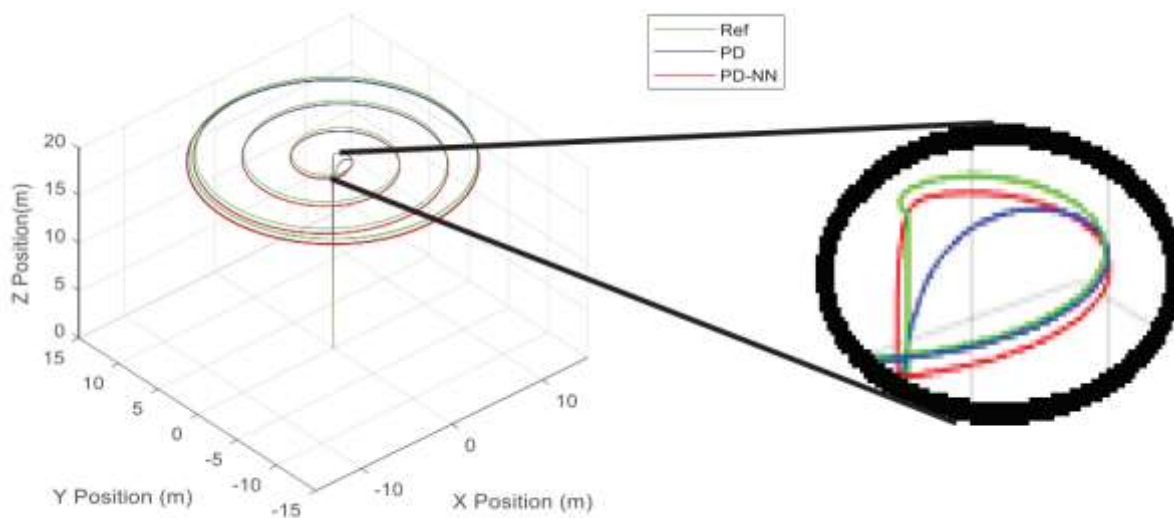


Рисунок 3 – Траектория движения без ветровых возмущений

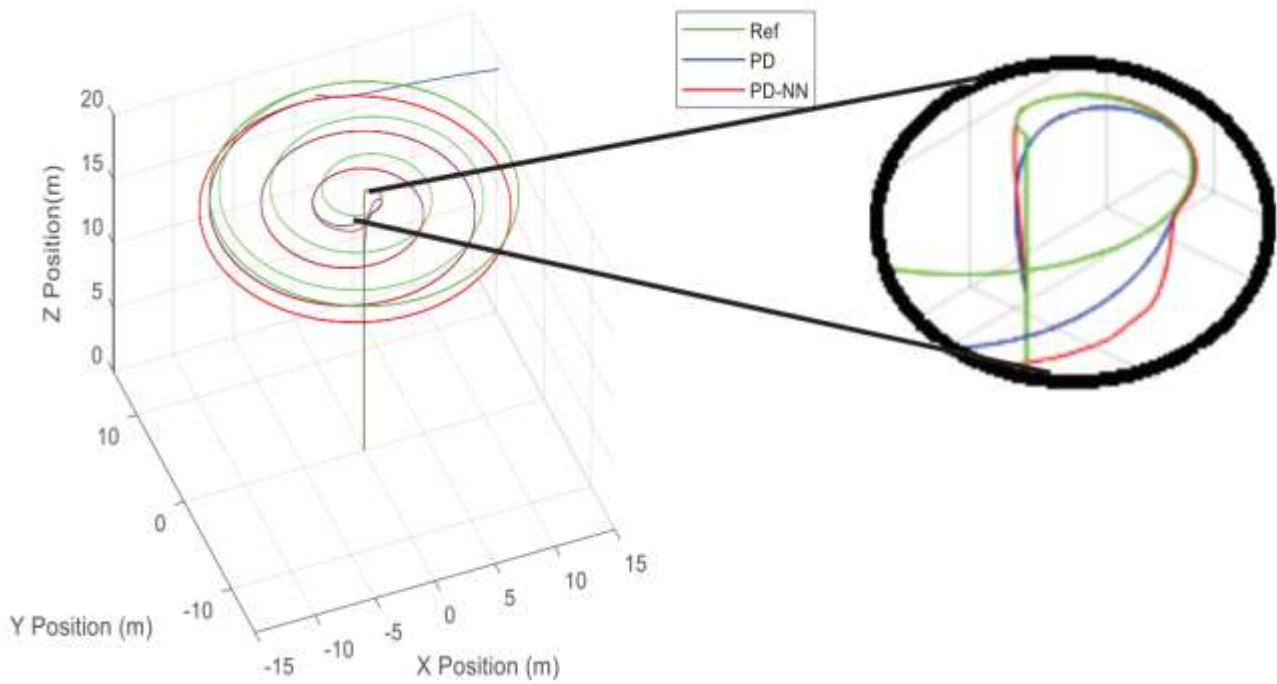


Рисунок 4 – Траектория движения при скорости ветра 9,18 узлов

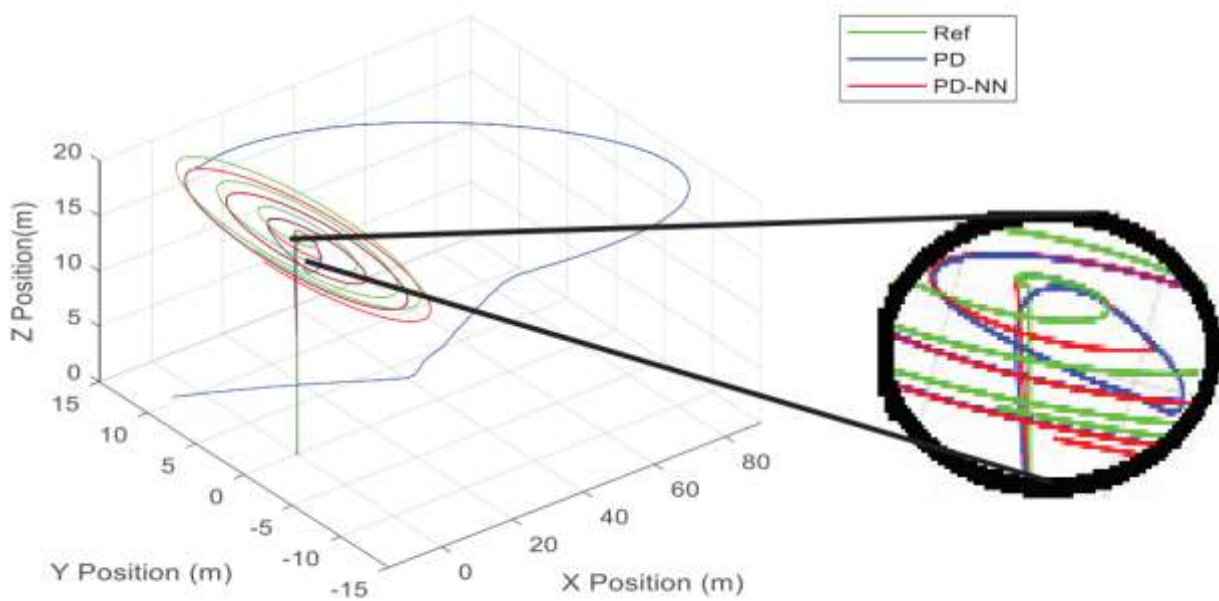


Рисунок 5 – Траектория движения при скорости ветра 10,25 узлов

Заключение

В данной работе исследуется проблема стабилизации БПЛА в условиях ветровых возмущений и предлагается новое решение с использованием нейросетевого регулятора. Результаты имитационного моделирования показывают, что нейросетевой регулятор эффективнее решает задачу стабилизации БПЛА по сравнению с традиционным ПИД-регулятором, обеспечивая более безопасные полеты. Данные результаты открывают возможности для дальнейших исследований в области альтернативных архитектур нейронных сетей и методов глубокого обучения для формирования управляющих воздействий. Таким образом, исследование создает новую перспективу в области управления БПЛА и предлагает

разработку более усовершенствованных систем стабилизации, что может иметь важное практическое применение в отрасли.

Список литературы

1. Шаталова Н.В., Михов О.М., Бородина О.В. Потенциал развития логистики Арктической зоны РФ за счет применения дронов // Морские интеллектуальные технологии. – 2021. – № 2-1(52). – С. 137-144.
2. Фахми Ш.С., Шаталова Н.В., Костикова Е.В. Поточная обработка видеоинформации морских сюжетов с использованием расширенной инструкции процессора // Морские интеллектуальные технологии. – 2021. – № 2-1 (52). – С. 124-131.
3. Сиек Ю.Л., Борисов А.Н., Сальников А.Д. Исследование алгоритмов стабилизации беспилотного летательного аппарата морского базирования // Транспорт России: проблемы и перспективы: материалы Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 09–10 ноября 2022 года. – СПб.: ИПТ РАН, 2022. – Т. 2. – С. 41-45.
4. Функциональное проектирование модуля управления и навигации мультироторным БПЛА / С. С. Беляев, М. Б. Будько, М. Ю. Будько [и др.] // Радиопромышленность. – 2015. – № 4. – С. 77-87.
5. Li J. and Li Y. Dynamic analysis and PID control for a quadrotor // 2011 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation, Beijing, China. – 2011. – Pp. 573-578.
6. Евгенов А.А. Нейросетевой регулятор системы управления квадрокоптером // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5. – С. 61.
7. Сиек Ю.Л., Кирьянов А.В., Борисов А.Н., Сальников А.Д. Синтез нейросетевого регулятора беспилотного летательного аппарата морского базирования // Морская радиоэлектроника. – 2022. – № 4(82). – С. 10-14.
8. Nicol C., Macnab C.J.B., Ramirez-Serrano A. Robust neural network control of a quadrotor helicopter // Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering, Niagara Falls, ON, Canada. – 2008. – Pp. 001233-001238.

УДК 656.052

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ БЕСПИЛОТНОГО ТРАНСПОРТА

Афанасьев Александр Сергеевич – кандидат военных наук, профессор, заведующий кафедрой транспортно-технологических процессов и машин

Хохлов Алексей Владимирович – аспирант кафедры транспортно-технологических процессов и машин

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II»

Аннотация. В данной статье проведён анализ существующих противоречий в нормативной документации, регулирующей сферу функционирования высокоавтоматизированных транспортных средств (ВАТС), а также выявлены основные параметры движения, имеющие важное значение в обеспечении безопасности дорожного движения (БДД). Рассмотрен расчётно-аналитический способ определения безопасного расстояния между движущимися в колонне транспортными средствами (ТС) посредством определения остановочного пути. Установлено, что остановочный путь ВАТС будет короче, чем у ТС под управлением водителя ввиду отсутствия фактора времени реакции водителя.

Ключевые слова: интеллектуальные транспортные системы, автомобилизация, информационные технологии, беспилотные транспортные средства, безопасность движения, колонна транспортных средств, системы автоматического управления, высокоавтоматизированные транспортные средства, остановочный путь.

A SYSTEMATIC APPROACH TO ENSURING ROAD SAFETY OF UNMANNED VEHICLES

Afanasyev Alexander S. – Candidate of Military Sciences, Professor, Head of the Department of Transport and Technological Processes and Machines

Khokhlov Alexey Vl. – postgraduate student of the Department of Transport and Technological Processes and Machines

Saint Petersburg Mining University

***Abstract.** This article analyzes the existing contradictions in the regulatory documentation regulating the sphere of functioning of highly automated vehicles, and also identifies the main traffic parameters that are important in ensuring road safety. A computational and analytical method for determining the safe distance between vehicles moving in a column by determining the stopping distance is considered. As a result, it was revealed that the stopping distance of highly automated vehicles will be lower than that of vehicles under driver control due to the absence of a driver reaction time factor.*

***Keywords:** intelligent transport systems, motorization, information technology, unmanned vehicles, traffic safety, convoy of vehicles, automatic control systems, highly automated vehicles, stopping path.*

В настоящее время в России, как и во всём мире, наблюдается тенденция стремительного внедрения беспилотных транспортных средств (БТС) в деятельность транспортных компаний, что приводит к значительным изменениям в сфере безопасности дорожного движения (БДД) [1]. Этому свидетельствует большое количество пилотных проектов по внедрению цифровых сервисов в транспортную деятельность [2]. Согласно Транспортной стратегии к 2030 году (а также по прогнозу до 2035 года) предусмотрено «активное внедрение беспилотного транспорта совместного использования, заменяющего собой сегмент таксомоторных перевозок и каршеринга» [3].

В этой связи необходимо уделять особое внимание вопросам, связанным с (БДД) при эксплуатации БТС, в том числе вопросам ответственности в случае дорожно-транспортных происшествий (ДТП). Согласно Федеральному Закону № 196 «О Безопасности дорожного движения» одним из принципов обеспечения БДД является приоритет ответственности государства за обеспечение БДД над ответственностью граждан, участвующих в дорожном движении [4]. Исходя из этого, актуальным вопросом является разработка нормативной документации, регламентирующей отношения между участниками дорожного движения, в том числе ВАТС [5]. Сложностью здесь являются существующие противоречия. Так, например, согласно ст. 8, п. 1 Венской конвенции о дорожном движении: «Каждое транспортное средство или состав транспортных средств, которые находятся в движении, должны иметь водителя». Однако, БТС подразумевают его отсутствие [6].

Согласно Распоряжению Правительства РФ от 25.03.2020 г. № 724-р «О Концепции обеспечения БДД с участием БТС на автомобильных дорогах общего пользования»: В высокоавтоматизированном транспортном средстве по всем уровням автоматизации, в том числе в которых конструкция не предусматривает управление со стороны водителя и, соответственно, не предусматривает наличие органов управления (руль, педали и др.), должен обеспечиваться необходимый уровень безопасности, предусмотренный регламентом для соответствующей категории ТС [7].

Повышение безопасности на дорогах, а также снижение аварийности напрямую зависит от параметров движения БТС. Важными для рассмотрения вопросами являются обеспечение безопасной дистанции до впереди движущегося ТС, а также средней скорости при движении ВАТС в составе колонны. Согласно п. 9.10 Постановления Правительства РФ от 23.10.1993 N 1090 О Правилах дорожного движения: «Водитель должен соблюдать такую дистанцию до

движущегося впереди транспортного средства, которая позволила бы избежать столкновения, а также необходимый боковой интервал, обеспечивающий безопасность движения» [8]. Данный пункт правил актуален и для БТС, так как сокращение безопасной дистанции может привести к ДТП, тем самым нанеся ущерб людям [9].

Одним из важнейших критериев безопасной дистанции является остановочный путь, величина которого не должна превышать расстояние до впереди идущего транспортного средства. Согласно расчётно-аналитическому способу остановочный путь определяется по формуле [10]:

$$S_0 = (t_1 + t_2 + 0,5 \cdot t_3) \cdot V_a + \frac{V_a^2}{2 \cdot j},$$

где t_1 – время реакции водителя; t_2 – время запаздывания тормозного привода; t_3 – время нарастания замедления; V_a – скорость ТС; j – установившееся замедление ТС.

Для определения остановочного пути ТС также применяется тормозная диаграмма (рис. 1).

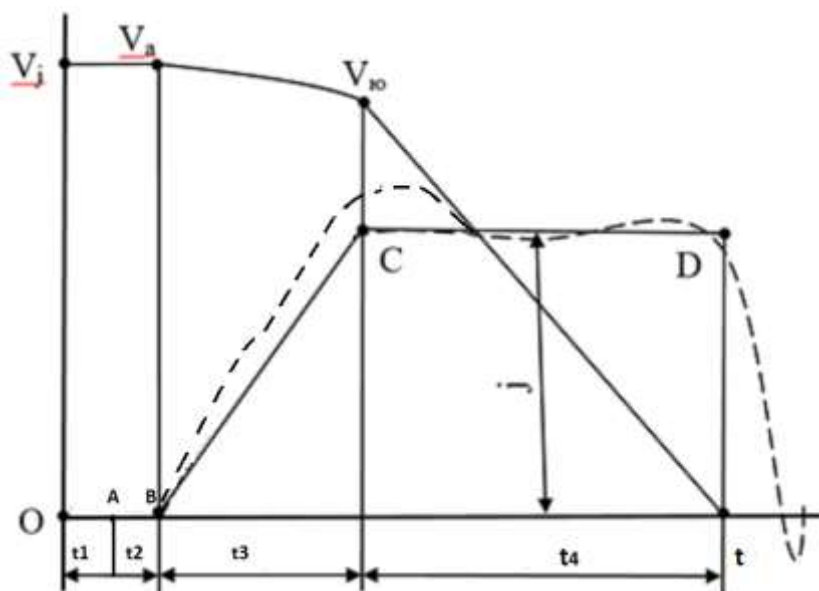


Рисунок 1 – Тормозная диаграмма ТС

Точка 0 на графике демонстрирует момент обнаружения опасности водителем ТС, при движении со скоростью V_a , в ходе которого, он принимает решение о необходимости воздействия на педаль тормоза, выключает сцепление и переносит ногу на тормозную педаль. Данный интервал является временем реакции водителя t_1 , на которое влияет множество факторов. В этой связи, среднестатистические значения t_1 принимают 0,8-1,4 с.

Отрезок АВ на графике демонстрирует момент от начала торможения до начала снижения скорости, в ходе которого происходит передача давления от главного тормозного цилиндра колёсным. Данный интервал времени является временем запаздывания тормозного привода t_2 , которое зависит от типа и технического состояния привода. В этой связи среднестатистические значения t_2 принимают 0,2-0,4 с. По прошествии периода времени t_1+t_2 происходит снижение скорости ТС и срабатывание тормозных механизмов. Штриховая линия на графике указывает на сложный характер замедления. Отрезок ВС демонстрирует возрастание замедления. Этот интервал времени является временем нарастания замедления t_3 . Среднестатистическое значение t_3 принимают 0,2-0,7 с. Отрезок CD обозначает установившееся замедление $j_{уст}$, которое в точке D принимает значение ноль, тем самым демонстрируя окончание торможения. Ввиду возможности реагирования на изменение дорожной ситуации при движении ВАТС с помощью технических устройств без привлечения

водителя, остановочный путь будет сокращён, т.к. показатель времени реакции водителя станет равным нулю. Тогда тормозная диаграмма примет следующий вид (рис. 2).

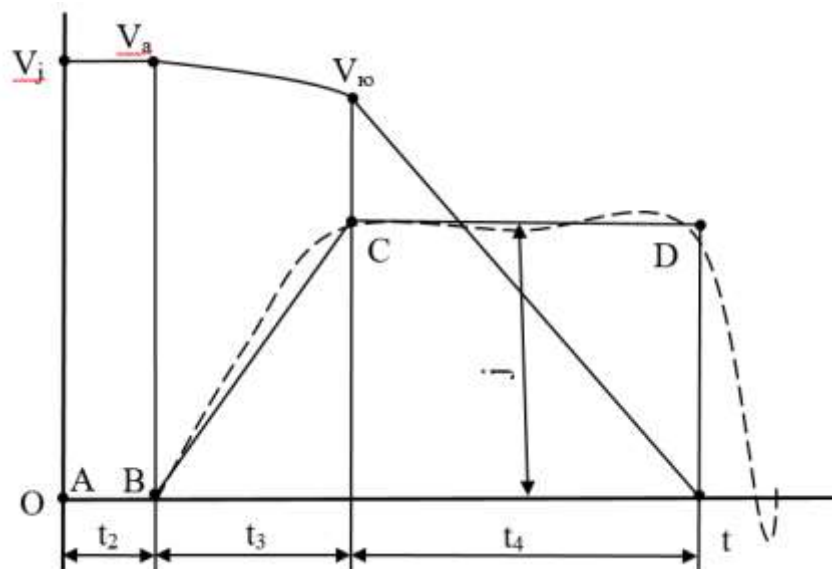


Рисунок 2 – Тормозная диаграмма высокоавтоматизированного транспортного средства

Таким образом, меньшее значение остановочного пути ВАТС позволит сократить безопасную дистанцию при движении в колонне, а также увеличить среднюю скорость по сравнению с ТС, управляемыми человеком, тем самым повысив пропускную способность автомобильных дорог.

Список литературы

1. Afanasyev A.S., Safiullin R.R., Kuznetsova E.A., Podoprigora N.V., Vaga V. Conceptual Approaches to Traffic Monitoring Design Under Varying Conditions of Vehicle Traffic // International Conference on Engineering Management of Communication and Technology. – 2022. – Pp. 1-5.
2. Сафиуллин Р.Р. Метод построения цифровой транспортной экосистемы с использованием технологий 5G-V2X // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2021: материалы Международной-научно практической конференции. – СПб.: ИПТ РАН. – 2021. – Т. 1. – С. 97-104.
3. Транспортная стратегия РФ на период до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года. [Электронный ресурс]. – URL: https://diss.rsl.ru/datadocs/doc_291tu.pdf (дата обращения 20.10.2023).
4. Федеральный закон «О безопасности дорожного движения» от 10.12.1995 N 196-ФЗ. – [Электронный ресурс]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8585/ (дата обращения 20.10.2023).
5. Бегишев И.Р. Правовое регулирование беспилотных транспортных средств // Транспортное право. – 2021. – № 3. – С. 7-10.
6. Антонов С.Н., Дымберов А.Д., Линник Т.М., Молчанов П.В. Беспилотное транспортное средство как объект административно-правового регулирования: проблемы и предложения // Безопасность дорожного движения: сборник научных трудов. – 2018. – Том Выпуск 17. – С. 50-56.
7. Распоряжение Правительства РФ от 25.03.2020 г. № 724-р «О Концепции обеспечения безопасности дорожного движения с участием беспилотных транспортных средств на автомобильных дорогах общего пользования». [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73707148/> (дата обращения 20.10.2023).

8. Постановление Правительства РФ от 23.10.1993 N 1090 «О Правилах дорожного движения». [Электронный ресурс]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_2709/ (дата обращения 20.10.2023).

9. Мохнев В.А. Теоретический анализ вероятностных характеристик длины остановочного пути автомобиля // Техническое регулирование в транспортном строительстве. – 2019. – № 1(34). – С. 41-46.

10. Карев Б.Н., Сидоров Б.А., Недоростов П.М. Методы расчета безопасных расстояний при попутном движении транспортных средств. Екатеринбург: ФГБОУ ВО Уральский государственный лесотехнический университет, 2005. – 351 с.

УДК 656

КОНЦЕПТ АЭРОПОРТОВ ДЛЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Богданов Евгений Вадимович – старший преподаватель кафедры аэропортов и авиатранспорта

Вепрев Даниил Владиславович – студент факультета аэропортов и инженерно-технического обеспечения полетов

Дурандин Максим Александрович – студент факультета аэропортов и инженерно-технического обеспечения полетов

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова

Аннотация. В работе представлен концепт быстровозводимого аэропортового комплекса для обеспечения деятельности беспилотных летательных аппаратов самолетного и вертолетного типа. Рассмотрен возможный состав здания для наземного обслуживания и технические решения, учитывающие особенности работы с беспилотными летательными аппаратами.

Ключевые слова: Беспилотные летательные аппараты, аэропорт, посадочная площадка, наземное обслуживание.

CONCEPT OF AIRPORTS FOR UNMANNED AERIAL VEHICLES

Bogdanov Evgeny V. – Senior Lecturer of the Department No. 23 "Airports and Air Transportation"

Veprev Daniil V. – Student of the Faculty of Airports and Flight Engineering

Durandin Maksim A. – Student of the Faculty of Airports and Flight Engineering
St. Petersburg State University of Civil Aviation

Abstract. The article presents a concept of a fast-constructed airport facility to handle unmanned aerial vehicles of airplane and helicopter types. The possible composition of the ground handling facility and technical solutions that take into account the peculiarities of operation with unmanned aerial vehicles are considered.

Keywords: Unmanned aerial vehicles, airport, landing area, ground handling.

Год за годом неуклонно растет объем перевозимых грузов и почты воздушным транспортом, в то время как ресурс эксплуатируемых воздушных судов (ВС) неумолимо иссякает. Постоянные задержки в разработках, сертификации новых отечественных типов ВС и недостаток производственных мощностей не позволят обновить флот в должной мере еще

очень долгое время. Перевозчики при этом будут вынуждены продолжать эксплуатировать суда с выработанным ресурсом и невысокой эффективностью.

Кроме того, до сих пор остается вопрос оторванности востока страны от основных транспортных артерий.

Перспективность, широкая вариативность использования и преимущества беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) перед традиционными пилотируемыми судами заставляют задуматься об их широком внедрении. Но если разработкой непосредственно беспилотных аппаратов уже активно занимаются, то наземной инфраструктурой нет.

Модульный быстровозводимый аэропортовый комплекс

Беспилотные летательные аппараты с большой продолжительностью полета и перевозящие грузы нуждаются в подготовленной посадочной площадке и инфраструктуре для их обслуживания. Так как главные идеи использования БПЛА связаны с экономичностью и простотой эксплуатации, предлагается концепция быстровозводимого модульного комплекса сооружений из металлоконструкций. Простота монтажа и общая невысокая стоимость модулей могут оказаться решающими факторами в вопросах организации грузоперевозок в удаленные не густонаселенные регионы или базировании БПЛА на уже действующих посадочных площадках.

Предлагаемые элементы: аэродром из металлических плит и светотехническое оборудование; командно-диспетчерский пункт (КДП) и радиотехническое оборудование; грузовой склад; бокс технического обслуживания; бокс специального транспорта; места для долговременной стоянки БПЛА; склад горюче-смазочных материалов (ГСМ); метеостанция.

Принципиальное планировочное решение – линейная (фронтальная) концепция, обеспечивающая наилучшую связь здания с перроном (рис. 1, рис. 2).

Данный перечень элементов способен удовлетворить следующие потребности эксплуатантов при использовании БПЛА: посадка в автоматическом и ручном режимах; обработка грузов; техническое обслуживание; заправка; долговременная стоянка.

Аэродром и светотехническое оборудование

Строить аэродром с использованием железобетонных плит весьма дорого и сложно, а реконструкция с целью развития под новые типы воздушного судна (ВС) весьма затруднительна. Поэтому целесообразно использование сборных покрытий из металлических плит. Опыт их эксплуатации военными показал, что их можно использовать без дополнительной подготовки грунта для эксплуатации Ка-50 массой 8-10 тонн. Если грунт подготовить, сделав выравнивающий слой из битумопесочной смеси [1], то аэродром может принимать Ан-24 массой 16-20 тонн. Это значит, что прочностные характеристики данного решения будут более чем достаточны, особенно для первых поколений грузовых БПЛА.

Так как БПЛА оснащаются видеокамерами, то для аэродромных огней целесообразно использование инфракрасных ламп.

Командно-диспетчерский пункт и радиотехническое оборудование

БПЛА – относительно молодая технология. Автоматика еще не достаточно обучена справляться с тяжелыми метеорологическими условиями, кроме того, у человека всегда должна быть возможность взять управление аппаратом на себя. В связи с этим предлагается использование систем дистанционного управления аналогичных военным, радиус действия которых около 150 км.

Одним из важнейших вопросов в авиации является навигация. БПЛА успешно используют навигацию с помощью спутниковых систем ГЛОНАСС и/или GPS, но высокая скорость полета влияет на точность определения местоположения системами БПЛА. Для повышения точности при посадке предлагается установка локальных контрольно-корректирующих станций (ЛККС) [3].

Грузовой склад

Самое масштабное применение БПЛА могут найти при организации почтовых и грузовых перевозок, поэтому возникает необходимость в грузовом складе.

Так как особенно перспективно использование БПЛА для перевозки грузов и почты в удаленные регионы страны, где климатические условия весьма суровы, используется схема, при которой БПЛА буксируется внутрь отапливаемого склада и уже там груз обрабатывается (рис. 3). Такое решение не только повысит комфортность работы для персонала, но и потенциально решит вопрос удаления замерзших осадков на критических аэродинамических поверхностях.

Планировка грузового склада предполагает 3 зоны: выгрузки и погрузки на ВС; обработки и хранения; приема и выдачи. При этом путь обслуживания грузов реверсивен, т.е. путь груза от ВС до получателя и наоборот проходит через одни и те же производственные помещения, что упрощает процесс организации производства на ранних этапах, но начинает мешать при больших объемах обрабатываемых грузов. В дальнейшем, когда опытным путём будут выяснены объемы грузов на прием и отправку, можно будет разделить пути обработки дополнительным зонированием и частичной перепланировкой внутреннего пространства, при этом повысив пропускную способность склада.

Бокс технического обслуживания

При небольшом потоке обслуживание или простом ремонте БПЛА достаточно использовать территорию грузового склада, но большой объем грузоперевозок не позволит этого делать, т.к. нужно обеспечивать доступ в зону выгрузки и погрузки на ВС. Сложные виды обслуживания или ремонта в непригодном для этого помещении просто невозможны. Поэтому предлагается возведение отдельного бокса под эти цели.



Рисунок 1 – Общий вид аэропортового комплекса для БПЛА

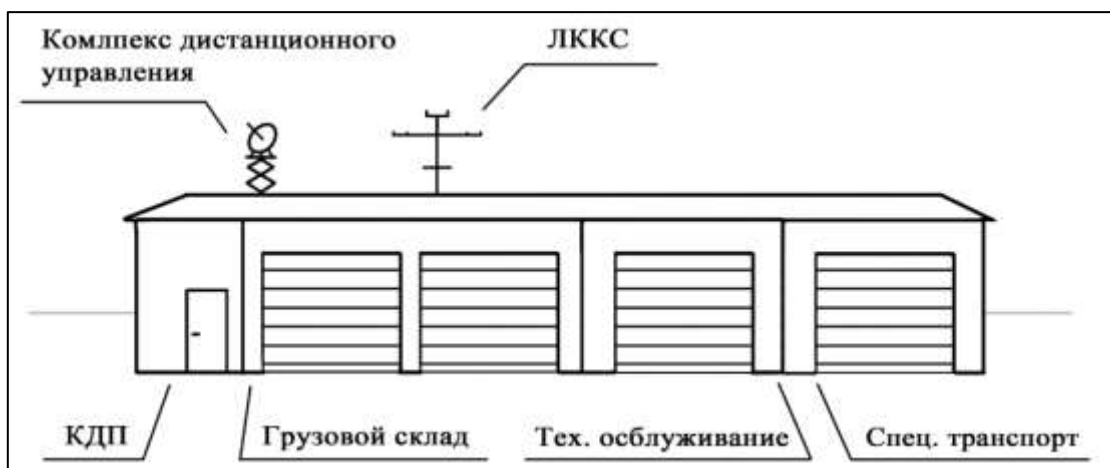


Рисунок 2 – Комплекс зданий для обслуживания БПЛА

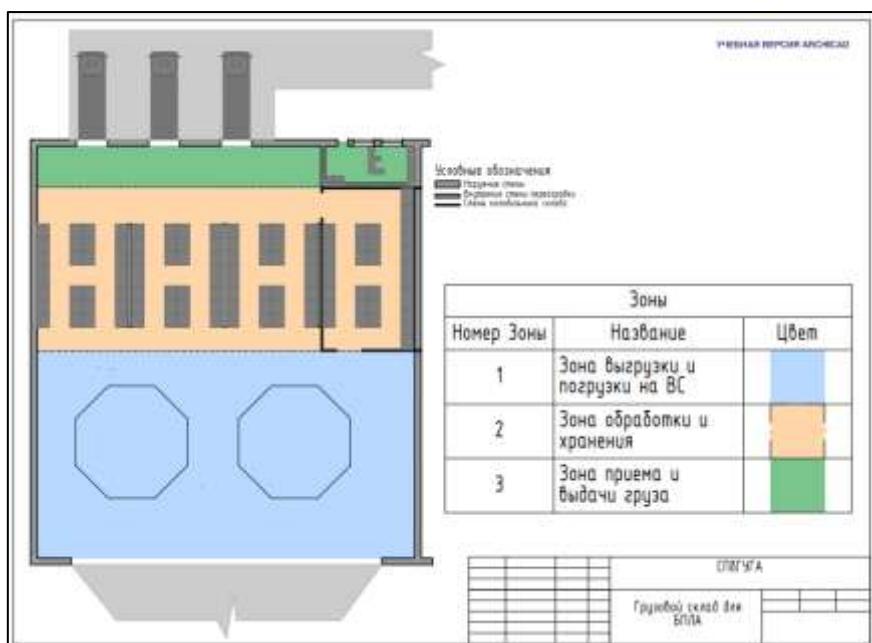


Рисунок 3 – План грузового склада для БПЛА

Бокс службы специального транспорта

Эксплуатация аэродрома подразумевает, как минимум, уборку снега в зимнее время года. Необходимы средства буксировки БПЛА и заправки. Для этих целей подойдут не самые сложные машины: трактор с отвалом и щетками; квадроцикл. Тем не менее, необходим бокс для их хранения и обслуживания.

Склад ГСМ

Предлагается перенять опыт посадочных площадок. Их склады относятся к категории Шв, что обязывает располагать склад на удалении 30 метров от других производственных зданий [2]. Они представляют собой простое сооружение с местами для хранения бочек с топливом, базовым оборудованием для определения кондиционности топлива и пожарной сигнализацией. В качестве заправщиков используются МУЗ-920 в сочетании с квадроциклом [4].

Места для долговременной стоянки БПЛА

Места долговременной стоянки, желательно делать крытыми во избежание негативных атмосферных влияний на аппарат, при этом предполагается демонтаж консолей крыла. Возможные варианты: роторная парковка, гараж типа ракушка; тент-шатер.

Заключение. Использование вышеописанных решений может помочь организовать активную работу БПЛА для гражданских целей в ближайшие 5-10 лет, что окажет влияние на транспортную систему и даст дополнительные инструменты для развития страны.

Список литературы

1. Технологическая карта. Устройство сборных покрытий аэродромов из металлических плит. [Электронный ресурс]. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data1/56/56350/index.htm> (дата обращения 25.9.2023).
2. СНиП 2.11.03-93 «Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы.» [Электронный ресурс] – URL: <http://www.vashdom.ru/snip/21103-93/> (дата обращения 18.10.2023).
3. Точность, гарантированная ЛККС. [Электронный ресурс]: – URL: <https://gkovd.ru/press-centre/publications/2019/tochnost-garantirovannaya-lkks/> (дата обращения 28.9.2023).
4. Мобильная установка заправки МУЗ-920. [Электронный ресурс]: – URL: http://www.tupolevservis.ru/product/equipment/muz_920_news.shtml (дата обращения 19.10.2023).

ИНВЕСТИЦИОННЫЙ ПРОЕКТ «МАГЛЕВ» КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ РЕГИОНА

Зотов Анатолий Анатольевич – аспирант

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»

Аннотация. Дано общее описание логистических систем, связанных с железнодорожными перевозками коммерческого и социального назначения. Приводится описание транспортно-логистического инвестиционного проекта «МАГЛЕВ». Освещается улучшение ключевых экономических и социальных показателей при внедрении системы МАГЛЕВ в железнодорожную отрасль.

Ключевые слова: инвестиционный проект, транспорт, логистика, МАГЛЕВ, гибридные поезда, поезда на водородной энергии, интермодальные технологии.

THE MAGLEV INVESTMENT PROJECT AS A FACTOR IN THE DEVELOPMENT OF THE REGION

Zotov Anatoly An. – Postgraduate Student

Orenburg State University

Abstract. A general description of the current logistics systems related to rail transportation for commercial and social purposes is given. The description of the transport and logistics investment project «MAGLEV» is given. The improvement of key economic and social indicators in the implementation of the MAGLEV system in the railway industry is highlighted.

Keywords: investment project, transport, logistics, MAGLEV, hybrid trains, hydrogen-powered trains, intermodal technologies.

На сегодняшний день железнодорожный транспорт является одним из наиболее важных и распространенных видов транспортно-логистических систем в мире, а его модернизация одним из ключевых факторов развития любого региона. Он обеспечивает перевозку людей и коммерческих грузов на большие расстояния, соединяя различные города, регионы и даже страны [1-3].

Железнодорожные сети мировых стран-лидеров стремительно развиваются и модернизируются. Одним из основных направлений развития является внедрение инновационных технологий и решений. Следует отметить, что логистические корпорации активно внедряют системы автоматического управления поездами и сигнализацию, которые позволяют повысить безопасность движения и оперативность перевозок. Эти системы основаны на использовании передовых технологий, таких как искусственный интеллект, машинное обучение и системы связи. Кроме того, в последнее время всё большую популярность приобретает развитие высокоскоростных железных дорог. Данные системы позволяют значительно сократить время путешествия между городами и регионами, что стимулирует развитие туристической и деловой активности. В большинстве развитых странах давно успешно функционируют высокоскоростные железные транспортные системы, способные достигать скоростей более 300 километров в час [3-6].

Все инновационные виды железнодорожного транспорта представляют собой новаторские подходы и технологии, применяемые для повышения эффективности, безопасности и удобства перевозок. Вот некоторые примеры высокотехнологичных решений:

Маглев (магнито-левитационный) поезд. Транспортное средство, которое использует магнитные поля для поддержания поезда в воздухе, что позволяет ему двигаться без соприкосновения с рельсами. Маглев-поезда способны достигать очень высоких скоростей и обеспечивать быстрые и комфортные перевозки.

Гибридные поезда. Поезда, которые используют несколько видов энергии для своего движения. Например, электрический поезд может использовать как традиционную электрическую сеть, так и собственные литий-ионные аккумуляторы или водородные топливные элементы. Это позволяет снизить энергопотребление и выбросы вредных веществ.

Умные поезда. Оснащены передовыми системами автоматизации и датчиками, которые позволяют собирать данные о состоянии поезда, инфраструктуры и окружающей среды. Такие данные позволяют улучшить безопасность, эффективность и регулируемость железнодорожных перевозок.

Поезда на водородной энергии. Поезда, которые используют водород как источник энергии. Водородные топливные элементы преобразуют водород и кислород в электрическую энергию, которая затем используется для движения поезда. Такие поезда не выбрасывают вредные вещества и являются экологически чистыми.

Железнодорожный грузовой транспорт с применением интермодальных технологий. Подход, который комбинирует железнодорожные перевозки с другими видами транспорта, такими как автомобильный транспорт или морские перевозки. Использование контейнеров и технологий для быстрой и эффективной смены транспортных средств позволяет снизить время доставки и улучшить общую логистику.

Из ряда перечисленных решений хотелось бы остановиться на технологии МАГЛЕВ. Проект имеет огромное значение для развития любого региона нашей страны. Эта передовая технология транспортировки на базе магнитного подвеса и принципа свободного плавания открывает новые перспективы в сфере транспортной инфраструктуры и мобильности. В такой технологии отсутствуют колесо и рельсы. А значит, нет трения, износа. Поэтому эксплуатация дешевле системы «рельс-колесо». Эта система дольше служит без технического обслуживания и ремонта, а это залог того, что и билет на поезд должен быть дешевле. Такой транспорт способен развивать очень высокие скорости без сопротивления дорожной поверхности, что делает его идеальным средством для сверхскоростных поездов. Благодаря этому данный вид транспортной системы может значительно сократить время поездок между городами, способствуя развитию туризма, деловых связей и экономического роста. Железнодорожные средства на основе МАГЛЕВа работают на электрической энергии, что значительно снижает выбросы вредных веществ и углеродный след. За счет высокой скорости и комфортности, МАГЛЕВ может привлечь больше туристов, что способствует развитию туристической отрасли и увеличению потока посетителей в регионе. Кроме того, быстрый и эффективный транспорт служит ускоренному развитию бизнеса, улучшает доступность региона для предпринимателей и позволяет создавать новые рабочие места. Реализация проекта требует строительства специализированной инфраструктуры, включая магнитные трассы и станции. Эта основа может стать значительным импульсом для инженерных и строительных компаний, способствовать росту строительной отрасли и создавать рабочие места для местного населения.

Необходимо отметить, что внедрение данного решения в логистическую систему региона требует значительных инвестиций и технического обеспечения. Однако в долгосрочной перспективе это инновационное внедрение может принести многочисленные пользы и стимулировать развитие региона в различных сферах. МАГЛЕВ позволит региону повысить свою конкурентоспособность как на международном, так и на национальном уровне. Быстрая и современная транспортная система привлечет инвестиции и новые проекты, улучшит доступность региона для бизнеса и способствует развитию экономики. Транспорт, работающий по отдельному треку, может эффективно справиться с проблемой дорожных пробок, так как он не зависит от состояния дорожного движения. Это позволит людям быстро и безопасно перемещаться, снижая аварийность и улучшая общую безопасность в регионе. Проект потребует сильных научных и технических компетенций для его реализации и поддержки. Это создаст стимул для развития отрасли научных и инженерных исследований, создания новых материалов и технологий, что в свою очередь сделает регион привлекательным для специалистов и инновационных компаний. Быстрый и экологически

чистый транспорт ещё и с дешёвыми логистическими услугами существенно улучшит качество жизни жителей региона, а более быстрые и удобные поездки позволят людям сократить время в пути и заняться более важными вещами.

Транспортно-логистический проект МАГЛЕВ представляет собой не просто новое решение в железнодорожной отрасли, а является масштабным и инновационным видением развития транспортной инфраструктуры в целом, которое несомненно приведёт к положительным изменениям в различных аспектах жизни регионов. Внедрение такой передовой технологии будет способствовать не только эффективной транспортировке, но и социально-экономическому развитию, улучшению экологической обстановки и качеству жизни для жителей всех регионов нашей страны.

Список литературы

1. Варнавский В.Г. Глобальная транспортно-логистическая инфраструктура // Мировая экономика и международные отношения, – 2020. – Т. 64, № 1. – С. 5-14.
2. Шаталова Н.В., Михов О.М. Теоретические аспекты интеллектуализации транспортно-логистических процессов // Технологии построения когнитивных транспортных систем: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – 2021. – С. 166-171.
3. Задворный Ю.В. Транспортная инфраструктура регионов и модернизация экономики // Российское предпринимательство. – 2010. – № 12. – С. 158-163.
4. Егоров В., Штоль В. Транспортные коридоры. Геополитический аспект // Международная жизнь. – 2021. – С. 20-33.
5. Бобрик П.П., Шаталова Н.В., Вислогузов В.В. Механизмы регулирования и согласованного планирования китайского трафика в порты Западной Европы // Морские интеллектуальные технологии. – 2022. – № 3-1(57). – С. 248-255.
6. Шуравина Е.Н., Косякова И.В. Особенности управления и государственного регулирования транспортного комплекса России // Российское предпринимательство. – 2012. – № 18. – С. 118-124.

УДК 621.396

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ В СИСТЕМАХ СВЯЗИ БЕСПИЛОТНОГО ТРАНСПОРТА В ГОРОДАХ БУДУЩЕГО

Федоров Павел Николаевич – кандидат технических наук, старший научный сотрудник научно-исследовательского центра

Наумов Андрей Алексеевич – магистр, старший оператор научной роты

Пишигоцкий Юрий Иосифович – научный сотрудник научно-исследовательского центра

ФГКВОУ ВО «Военная орденов Жукова и Ленина Краснознаменная академия связи имени Маршала Советского Союза С.М. Буденного»

Аннотация. В статье рассмотрена возможность повышения помехозащищенности канала связи с беспилотным общественным транспортом с помощью применения адаптивных антенных решеток и технологии пространственно-временной обработки сигналов.

Ключевые слова: адаптивная антенная решетка, подвижные объекты, энергетический метод повышения помехозащищенности, направление прихода сигналов, антенная решетка, диаграмма направленности, вектор весовых коэффициентов.

PROSPECTS FOR THE USE OF THE METHOD OF SPATIO-TEMPORAL SIGNAL PROCESSING IN COMMUNICATION SYSTEMS OF UNMANNED VEHICLES IN THE CITIES OF THE FUTURE

Fedorov Pavel N. – Ph.D., Senior Researcher of Research Center

Naumov Andrey A. – Senior operator of scientific company

Pshigotsky Yuriy I. – Researcher of Research Center

Military academy of telecommunication of S.M. Budionov

Abstract. The article considers the possibility of increasing the noise immunity of a communication channel with free public transport through the use of adaptive antenna arrays and spatio-temporal signal processing technology.

Keywords: Adaptive antenna array, moving objects, energy method of increasing noise immunity, direction of arrival of signals, antenna array, directional pattern, vector of weighting coefficients.

В современном мире технологии неуклонно продвигаются вперед, проникая во все сферы нашей жизни. Одной из таких технологических инноваций является беспилотный транспорт, который уже сейчас вызывает огромный интерес в обществе. Разработчики и инженеры активно работают над созданием и совершенствованием автомобилей, способных перемещаться без участия водителя. Российские технологические компании занимают лидирующие позиции в развитии данной сферы. Государство и частные компании вкладывают средства и ресурсы в разработку и тестирование автономных транспортных систем. Например, в Москве уже созданы площадки для тестирования беспилотного такси, автобусов и беспилотных грузоперевозок с автопилотом, а в Казани курсируют беспилотные трамваи.

В перспективе развитие беспилотных транспортных систем обеспечит снижение аварийности на дорогах, улучшение транспортной ситуации в городах, сокращение времени поездок и уменьшение загруженности дорог.

Беспилотный транспорт определенно является важной частью городов будущего. Перевозка пассажиров, доставка товаров, уборка улиц и обслуживание инфраструктуры – вот небольшая часть задач, которые могут быть оптимизированы благодаря развитию беспилотных транспортных систем в городах будущего. Однако прежде чем повсеместно внедрять беспилотный транспорт, необходимо решить ряд проблем, связанных с его использованием. Одной из основополагающих задач при проектировании подобных систем безусловно является обеспечение безопасности пассажиров и других участников движения. Однако для широкого использования беспилотного транспорта в масштабе мегаполисов фундаментальной проблемой является создание помехозащищенной линии связи.

Такая линия связи должна обеспечивать надежную передачу данных между транспортными средствами и центром управления в условиях высокой зашумленности эфира. Городская среда сама по себе является источником огромного количества шумов. Их источниками могут быть как уже используемые системы радиосвязи, такие как сотовая связь или спутниковые телекоммуникационные системы, так и промышленные помехи, создаваемые различным мощным оборудованием, включая силовые установки трамваев и троллейбусов. Кроме того, городской рельеф является благоприятным для отражения сигналов, что вносит достаточный вклад в повышение сложности сигнально-помеховой обстановки.

Неуклонный рост числа транспортных средств, каждое из которых в будущем станет абонентом единой телекоммуникационной сети городского транспорта, неизбежно приведет к повышению нагрузки на каналы связи.

Данная проблема не является новой для телекоммуникационных сетей – при построении сотовой связи последних поколений проблему работы с большим числом абонентов решают благодаря энергетическому подходу. Базовые станции сотовых операторов

формируют узконаправленные сигналы для повышения эффективности радиопередачи и снижения интерференции между абонентами. Однако если данный подход эффективен на стороне базовой станции (БС), то в условиях большого скопления абонентов происходит подавление приемных устройств соседними передающими. Кроме того, транспортные средства передвигаются с достаточно большой скоростью, что усложняет работу БС.

Выходом из данной ситуации может быть расширение луча, формируемого БС, и применение адаптивных антенных решеток (ААР) для подавления источников помех вокруг приемного устройства. В данной ситуации необходимо обеспечить повышение помехозащищенности на стороне приемного устройства, повысив их избирательность на энергетическом уровне.

Основным принципом действия ААР является формирование глубоких нулей диаграммы направленности (ДН) в направлении источников помех. Для этого применяется метод пространственно-временной обработки сигналов (ПВОС).

Процесс ПВОС можно разделить на две ключевых задачи: детектирование направления прихода сигналов и формирование ДН. В отличие от сканирующих фазированных антенных решеток, применяемых в радиолокации, ААР формируют приемную ДН в результате обработки принимаемых массивом антенных элементов сигнала. Ключевую информацию о направлении прихода сигнала несет разность фаз между детектируемым разными АЭ версиями сигнала. На рисунке представлена схема распространения волнового фронта для дальней зоны БС.

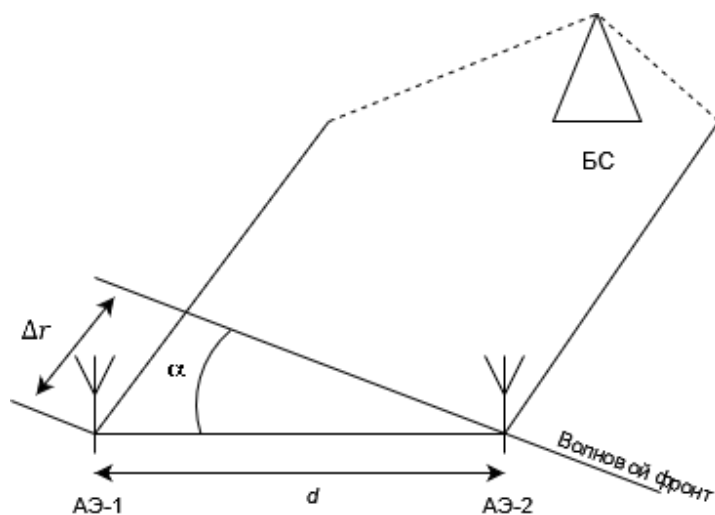


Рисунок – Схема приема ААР волнового фронта в дальней зоне БС

Ввиду большого радиуса волнового фронта в дальней зоне его принято считать плоским. Разность фаз между сигналом принимаемым АЭ-1 и АЭ-2 зависит от угла α , под которым волновой фронт приходит в плоскость между этими АЭ, разнесенными на расстояние d , и может быть рассчитана по формуле (1):

$$\Delta\phi = \omega \frac{\Delta r}{c} = \frac{2\pi \cdot d \cdot \sin(\alpha)}{\lambda} \quad (1)$$

Как видно из формулы, разность фаз является периодической функцией, зависящей от синуса угла α , что приводит к неоднозначности при определении направления прихода сигналов и возникновению неразличимых для ААР направлений. Условием однозначности в данном случае является разность фаз, лежащая в диапазоне $[-\pi; \pi]$, что приводит к неравенству (2):

$$-\pi < 2\pi \frac{d}{\lambda} \sin(\alpha) < \pi \quad (2)$$

Таким образом, при значениях $d \leq \frac{\lambda}{2}$ направление прихода сигнала определяется однозначно.

Второй задачей ААР является формирование нулей ДН в направлении источника помехи. Формирование диаграммы направленности ААР заключается в расчете вектора весовых коэффициентов (ВВК), удовлетворяющего условиям. Основной задачей ААР является формирование нуля ДН в направлении источника помехи и после ее подавления попытка направления главного лепестка в направлении источника полезного сигнала.

ДН описывает зависимость мощности принимаемого антенной сигнала от направления. Формирование нуля ДН в определенном направлении заключается в создании ВВК, ортогонального этому направлению. Таким образом мощность сигнала от источника помехи получит ослабление.

Список литературы

1. Петров В.П., Шаурэрман А.К. Спектральные способы оценки направления источников сигналов в адаптивных антенных решетках // Вестник СибГУТИ. – 2011. – № 2. – С. 55.
2. Абрамович Ю.И. Анализ эффективности сигнал/помеха. – Л.: Радиотехника и электроника, 1981. – 600 с.
3. Монзинго Р.А., Миллер Т.У. Адаптивные антенные решетки. Введение в теорию. – М.: Радио и связь, 1986. – 448 с.
4. Кейпон Дж. Пространственно-временной спектральный анализ с высоким разрешением // ТИИЭР. – 1969. – №8. – с.69-79.
5. Муравьев Ю.К. Антенные устройства для радиосвязи. – Л.: ВАС, 1967. – 88 с.

УДК 681.5:004.5

НЕЙРОННЫЕ СЕТИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ К СБОЯМ И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ПРИ УПРАВЛЕНИИ БЕСПИЛОТНЫМИ ПОДВОДНЫМИ АППАРАТАМИ

Кошевой Дмитрий Олегович – аспирант кафедры электроэнергетики и электротехники

Кустов Александр Сергеевич – магистрант кафедры электроэнергетики и электротехники

Антипенко Инна Викторовна – преподаватель кафедры экономики ФГБОУ ВО Керченский государственный морской технологический университет

Аннотация. Растущий интерес к применению беспилотных подводных аппаратов для исследования океана, мониторинга и обслуживания инфраструктуры привел к разработке все более надежных методов управления этими системами. В связи с ограниченными коммуникационными возможностями и неблагоприятными условиями, в которых находится подводный аппарат во время работы, возникает необходимость в контроллерах для обработки возмущений и неопределенностей, вызванных окружающей средой, неисправностями исполнительных механизмов, неправильными измерениями датчиков и неточностью параметров управления.

Ключевые слова: дрон, нейронные сети, устойчивость, сбой системы, подводный аппарат.

NEURAL NETWORKS FOR ENSURING RESISTANCE TO FAILURES AND UNCERTAINTY IN THE CONTROL OF UNMANNED UNDERWATER VEHICLES

Koshevoy Dmitry O. – postgraduate student Electrical power engineering and electrical engineering

Kustov Alexander S. – master's student Electrical power engineering and electrical engineering

Antipenko Inna V. – teacher of the Department of Economics.

Kerch State Maritime Technological University

***Abstract.** Growing interest in the use of unmanned underwater vehicles for ocean exploration, monitoring and infrastructure maintenance has led to the development of increasingly reliable methods for controlling these systems. Due to limited communication capabilities and adverse conditions that a submersible vehicle experiences during operation, there is a need for controllers to handle disturbances and uncertainties caused by the environment, actuator malfunctions, incorrect sensor measurements, and inaccurate control parameters.*

***Keywords:** drone, neural networks, stability, system failure, underwater vehicle.*

Подводные аппараты играют важную роль в исследовании, мониторинге и обслуживании океанической среды и океанической инфраструктуры. Подводные аппараты, часто предназначенные для выполнения конкретных операций, представляют собой сложные нелинейные системы, которые были разработаны в различных размерах, конфигурациях и возможностях. Несмотря на значительные различия в физических системах, подводные аппараты сталкиваются с общими проблемами: сложное взаимодействие системы и среды, ограниченные возможности связи и датчиков, а также неопределенность окружающей среды, чреватая отказом системы [1]. Эти проблемы, а также удаленность и дороговизна операций в океане обусловили растущий интерес к управлению беспилотными подводными аппаратами (БПА), устойчивым к сбоям и неопределенностям. Для поддержания требуемых характеристик управления движением в условиях неопределенности параметров системы и окружающей среды в процессе эксплуатации подводного аппарата были разработаны методы проектирования управления БПА с учетом этих факторов. Такие методы используют моделирование или оценку в реальном времени неопределенностей как системы, так и окружающей среды. В качестве примера можно привести методы управления в скользящем режиме, рассмотренные в [2], методы управления на основе устойчивости по Ляпунову, например [3-5] и методы управления с использованием адаптивных условий.

В связи с расширением возможностей глубокого обучения и нейронных сетей (НС) в задачах классификации данных и построения системных моделей в последние годы все более широкое распространение получает их применение для управления движением транспортных средств. Применение НС для управления движением изучается во всем диапазоне робототехнических систем: есть обзоры по этой теме для наземных, воздушных, космических, надводных и подводных аппаратов.

Использование НС именно для управления подводными аппаратами обусловлено динамическими проблемами и неопределенностями, характерными для подводной среды, которые лучше всего решаются методами оценки. Как будет показано в данном обзоре, применение НС для управления подводными аппаратами продемонстрировало практическую пригодность НС для таких приложений, как обнаружение и компенсация неисправностей, оценка состояния системы и оценка модели системы.

Анализ литературы по категориям позволяет специалистам, занимающимся вопросами управления, ознакомиться с существующими решениями в зависимости от целей применения. Анализ этих разработок с точки зрения тенденций и пробелов в структуре и обучении

прикладных НС дает направление для будущих работ. Обзор литературы по оценке состояния подводных аппаратов с помощью НС (таблица).

Таблица – Пример реализации структуры нейронной сети

Техника	Нейронная сеть	Вход	Выход
Обученный прогноз	RNN (LSTM)*2	Состояние системы	Позиция
	RNN (LSTM)	Состояние системы	Выходы датчиков
	NN	Выходы датчиков	Выходы будущих датчиков
	NN*2	Выходы датчиков	Дрейф позиции
Корреляция сенсорных данных	CNN	Показания сонара, карта	Позиция
	RL	Сонары, буи	Позиция

Управляемые системы подводных аппаратов

Поскольку пилотируемые подводные аппараты требуют наличия помещений и соблюдения стандартов безопасности для размещения пилота или экипажа, беспилотные аппараты в среднем гораздо меньше, доступнее по цене и менее критичны к безопасности эксплуатации. Однако эти преимущества связаны с потерей возможности вмешательства человека в реальном времени при управлении, диагностике и обслуживании системы в процессе эксплуатации. Разработка бортовых контроллеров для решения этих проблем привела к тому, что в литературе по управлению подводными аппаратами основное внимание уделяется беспилотным системам. По этой причине в данном обзоре рассматриваются только вопросы управления БПА.

Система управления подводным аппаратом может быть разделена на два контроллера – высокоуровневый и низкоуровневый. Управление высокого уровня отвечает за определение текущих целей системы, часто как желаемого пути, и его реализация может варьироваться от человеческих действий в реальном времени до заранее рассчитанного программного планирования пути. Низкоуровневый контроллер отвечает за достижение целей управления путем приведения состояния системы к желаемым значениям, вырабатывая командные сигналы для имеющихся исполнительных механизмов. Сам низкоуровневый контроллер является специфическим для конфигурации системы, но метод его проектирования может быть применен в различных конфигурациях подводных аппаратов [1]. При обсуждении методов проектирования систем управления речь идет именно о низкоуровневом управлении. Данный обзор посвящен использованию нейронных сетей в различных компонентах низкоуровневого управления подводными аппаратами.

Конфигурация системы

БПА часто называют дистанционно управляемыми аппаратами (ДУА), автономными подводными аппаратами (АПА) или подводными роботами. Несмотря на отсутствие определенных критериев, ДУА и АПА обычно различают по тому, требует ли аппарат частого/непрерывного управления от внешней системы или удаленного пилота. Ограниченный диапазон работы снимает необходимость работать на высоких скоростях и обеспечивает доступ к внешнему питанию (через трос или сменные батареи), что приводит к созданию конфигураций ДУА, в которых удобство управления и модульность приоритетнее эффективной гидродинамики и энергопотребления.

Глубокое обучение – это класс алгоритмов машинного обучения, использующих многослойные нейронные сети для постепенного извлечения информации более высокого уровня непосредственно из исходных данных [3-5]. Глубокие нейронные сети часто обучаются на больших наборах данных, и в зависимости от типа данных, доступных для обучения, алгоритмы подразделяются на три большие парадигмы: обучение с контролем (когда обучающий набор данных содержит известные выходы/целевые значения для каждого элемента, что позволяет алгоритму научиться предсказывать), обучение без контроля

(обучение алгоритма поиску скрытых паттернов/структур в данных без каких-либо помеченных примеров) или повторное обучение (алгоритм обучается на основе собственных действий и опыта, при этом целевые значения рассчитываются для последовательности действий, а не для каждого входа). Обученные НС, созданные в процессе глубокого обучения, также классифицируются по функциональности определенных слоев сети.

Сети имеют типичную архитектуру, состоящую из конволюционного каскада, за которым следует многослойный перцептронный классификатор, состоящий из полностью связанных слоев, который выдает вероятность различных неисправностей двигателя. Слой объединения глобального среднего, предложенный в карты признаков, полученные с помощью сверточных слоев, напрямую соотносятся с различными неисправностями двигателя. Перед глубокой нейронной сетью эти остатки проходят через автокодировщик с функцией разрядки. По остаткам между показаниями датчиков и оценками можно определить неисправность привода, связанную с потерей крыла подводного планера.

Заключение. Сравнение сетей на реальных данных показало, что лучшая производительность достигается при использовании автокодирующей сети неисправности, что может отсрочить ее обнаружение до тех пор, пока ее последствия не станут критическими. При построении дерева неисправностей - иерархической структуры, организующей неисправности всех отдельных компонентов системы от наименее до наиболее критичных, для анализа общего риска/неисправности системы используется нечеткая нейросеть Мамдани, основанная на теории.

После того как неисправность обнаружена и диагностирована, отказоустойчивость может быть достигнута путем компенсации ожидаемых последствий неисправности, как это было описано ранее. Однако такая компенсация после классификации может быть выполнена и с помощью нейронной сети.

Обучение с подкреплением используется для решения многоцелевой оптимизационной задачи по отслеживанию траектории или точечному сопровождению при неисправности двигателей. Для оптимизации используется многоцелевой алгоритм дифференциальной эволюции, а функция стоимости, используемая для обучения с подкреплением, аппроксимируется методом базиса Фурье.

Список литературы

1. Соболев А.С., Вынгра А.В., Черный С.Г. Интеллектуальные системы для повышения эффективности робототехнических устройств на основе активных фильтров // Состояние и перспективы развития современной науки по направлению «Робототехника»: материалы IV Всероссийской научно-технической конференции. – Анапа: Военный инновационный технополис «ЭРА». – 2022. – С. 236-242.
2. Ивановский А.Н., Черный С.Г. Особенности технической реализации АСУТП драфт сюрвей // Автоматизация в промышленности. – 2023. – № 2. – С. 15-18.
3. Черный С.Г., Ивановский А.Н. Автоматизированная система управления БПЛА в пределах локальной системы позиционирования // Состояние и перспективы развития современной науки по направлению «Робототехника»: материалы IV Всероссийской научно-технической конференции. – Анапа: Военный инновационный технополис «ЭРА». – 2022. – Т. 2. – С. 18-25.
4. Bipedal Walking of Underwater Soft Robot Based on Data-Driven Model Inspired by Octopus / Q. Wu, Y. Wu, X. Yang [et al.] // Frontiers in Robotics and AI. – 2022. – Vol. 9. – P. 815435.
5. Моделирование работы трехфазного твердотельного трансформатора при изменении нагрузки / П. Е. Царева, Б. А. Авдеев, Н. Н. Марковкина [и др.] // Электротехника. – 2022. – № 6. – С. 61-64.

МЕТОД ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА НАЗЕМНОГО ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА НА ОСНОВЕ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

Афанасьев Александр Сергеевич – кандидат военных наук, профессор, заведующий кафедрой транспортно-технологических процессов и машин

Кузнецова Елена Алексеевна – аспирант кафедры транспортно-технологических процессов и машин

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II»

Аннотация. В данной статье представлен обзор системы подсчета пассажиропотока наземного городского общественного транспорта и предложена модель взаимодействия интеграционной платформы с анализаторами данных, которые улучшают способность платформы собирать и в дальнейшем корректнее анализировать пассажиропоток. Произведен системный анализ пассажиропотока на одном из автобусных маршрутов и представлены данные, которые позволяют оценить данный маршрут.

Ключевые слова: системный анализ, наземный городской пассажирский транспорт, автобусный маршрут.

METHOD OF ENSURING THE EFFICIENCY OF THE TRANSPORTATION PROCESS OF GROUND URBAN PASSENGER TRANSPORT BASED ON SYSTEM ANALYSIS

Afanasyev Alexander S. – Candidate of Military Sciences, Professor, Head of the Department of Transport and Technological Processes and Machines

Kuznetsova Elena A. – postgraduate student of the Department of Transport and Technological Processes and Machines

Saint Petersburg Mining University

Abstract. This article provides an overview of the passenger traffic counting system of ground urban public transport and proposes a model of interaction of the integration platform with data analyzers that improve the ability of the platform to collect and further analyze passenger traffic more correctly. A systematic analysis of passenger traffic on one of the bus routes has been carried out and data that allows us to evaluate this route is presented.

Keywords: system analysis, ground urban passenger transport, bus route.

Организация пассажирских перевозок является одной из важнейших и востребованных услуг, оказываемой не только в крупных и экономически развитых городах, но и даже в самых отдалённых участках нашей страны. Внедрение автоматизированных систем управления наземным городским пассажирским транспортом происходит на данном этапе развития нашего общества.

Оценка эффективности проекта производится в основном по капитальным затратам, которые необходимы для его реализации [1]. Повышение эффективности перевозок за счёт цифровизации формирования транспортного процесса пассажирского транспорта, является одним из пунктов достижения высокой степени «цифровой зрелости», о которой говорится в региональной «Стратегии в области цифровой трансформации отраслей экономики, социальной сферы и государственного управления Санкт-Петербурга» [2].

Объект и методы

Перевозочный процесс наземного пассажирского транспорта городских агломераций требует проработки с использованием методики формирования автоматизированной системы

мониторинга общественного транспорта и систем управления перевозочным процессом [3]. Целью исследования является разработка процесса перевозки пассажиров в динамически изменяющихся условиях работы подвижного состава и их провозных возможностей при оперативно-производственном планировании.

При решении поставленных задач использовались методы математического и компьютерного моделирования, математической статистики, системных подход, наблюдения и измерения.

Организация движения пассажирского транспорта может включать в себя планирование маршрутов и графиков движения, определение остановок, разработку перевозочных схем, обеспечение комфорта и безопасности пассажиров, а также обеспечение эффективности и надежности системы пассажирского транспорта в целом [4,5].

Под комплексом организационных и планировочных мероприятий на существующей и проектируемой системе, обеспечивающих повышение безопасности и скорости перевозки пассажиров, понимается организация движения пассажирского транспорта [6]. Транспортные затраты и негативное влияния транспортных средств на окружающую среду необходимо свести к минимуму, а эффективность использования транспортной сети максимально повысить.

В составе системы управления наземным городским пассажирским транспортом основная роль отводится интеграционной платформе. Ее задача - эффективно интегрировать информацию, получаемую от других частей системы, чтобы обеспечить единую и целостную картину текущего состояния и работы всего транспортного комплекса. Собранные данные могут включать информацию о текущем положении и состоянии транспортных средств, пассажиропотоке, рапортах об авариях или инцидентах, расписаниях движения и других факторах, которые влияют на работу городского пассажирского транспорта [7,8]. Интеграционная платформа обеспечивает согласованность и доступность этих данных для использования другими компонентами системы в режиме реального времени [9,10].

Увеличение транспортно-эксплуатационных показателей обеспечивает эффективность автомобильных перевозок и становится возможной за счет повышения результативности выполнения функций подсистем (P_n). Таким образом, W – эффективность работы интеграционной подсистемы, которая складывается из результата работы влияющих подсистем:

$$W = f(P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6). \quad (1)$$

$$P_n = \sum x_n(T_{x_n}), \quad (2)$$

где x_n – функция каждой из подсистем, T_{x_n} - время выполнения данной функции $T_{x_n} \rightarrow \min$.

$$W = \begin{cases} x_1 \cdot T_{x_1} + x_2 \cdot T_{x_2} + x_3 \cdot T_{x_3} \dots + x_n \cdot T_{x_n} \\ y_1 \cdot T_{y_1} + y_2 \cdot T_{y_2} + y_3 \cdot T_{y_3} + y_4 \cdot T_{y_4} + y_5 \cdot T_{y_5} + y_6 \cdot T_{y_6} \dots + y_n \cdot T_{y_n} \\ z_1 \cdot T_{z_1} + z_2 \cdot T_{z_2} + z_3 \cdot T_{z_3} + z_4 \cdot T_{z_4} + z_5 \cdot T_{z_5} \dots + z_n \cdot T_{z_n} \\ a_1 \cdot T_{a_1} + a_2 \cdot T_{a_2} + a_3 \cdot T_{a_3} \dots + a_n \cdot T_{a_n} \\ b_1 \cdot T_{b_1} + b_2 \cdot T_{b_2} + b_3 \cdot T_{b_3} + b_4 \cdot T_{b_4} \dots + x_b \cdot T_{b_n} \\ c_1 \cdot T_{c_1} + c_2 \cdot T_{c_2} \dots + c_n \cdot T_{c_n} \\ \dots \end{cases} \quad (3)$$

Таким образом, общая эффективность системы напрямую зависит от времени выполнения функций каждой из подсистем.

Результаты

По результатам проведенного экспериментального исследования на базе Санкт-Петербургского автобусного парка №6, была собрана статистика использования

общественного транспорта пассажирами. Данные являются достоверными, так как собраны на основе считывающих устройств контроля оплаты. Таким образом, можно построить среднюю динамику распределения пассажиров по дням месяца (рис. 1).



Рисунок 1 – Среднее количество перевезенных пассажиров на маршруте

Генеральная средняя Q_{cp} количества перевезенных пассажиров будет рассчитываться исходя из состава транспортных средств, которые были выведены на линию в течение недели.

$$Q_{cp} = \frac{q_i}{n}, \quad (4)$$

где q_i – объем перевезенных пассажиров, пасс; n – объем выборочной совокупности.

Генеральная средняя Q_{cp} с заданной степенью надежности

$$Q_{cp} - \Delta q \leq Q_{cp} \leq Q_{cp} + \Delta q, \quad (5)$$

где Δq – предельная ошибка выборки.

$$\Delta q = t \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \quad (6)$$

где t – коэффициент доверия, зависящий от вероятности P ($t=2,3646$); σ – среднее квадратическое отклонение признака по выборке.

Среднее квадратическое отклонение σ :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (q_i - Q_{cp})^2}{n-1}}. \quad (7)$$

Относительная предельная ошибка выборки составит:

$$\frac{\Delta q}{Q_{cp}} \cdot 100\%. \quad (8)$$

Таким образом, выборка для дальнейшей реализации алгоритмов системного анализа является достоверной. Средняя ошибка составляет 7,6%. Результаты вычислений представлены ниже (таблица).

Таблица – Результаты расчетов

Показатель	1 неделя	2 неделя	3 неделя	4 неделя
Количество транспорта, N	236	235	239	235
Количество перевезенных пассажиров за неделю, q	6008,87	5693,67	5781,07	5512,04
Генеральная средняя, $Q_{ср}$	254,61	242,28	241,89	234,55
Среднее квадратическое отклонение, σ	107,64	99,81	101,13	96,61
Предельная ошибка выборки, Δq	52,39	48,69	48,91	47,12
Относительная предельная ошибка выборки	20,58	20,09	20,22	20,09

Исходя из полученных данных, можно построить динамику среднего значения пассажиров с учетом среднеквадратичной ошибки выборки (рис. 2).

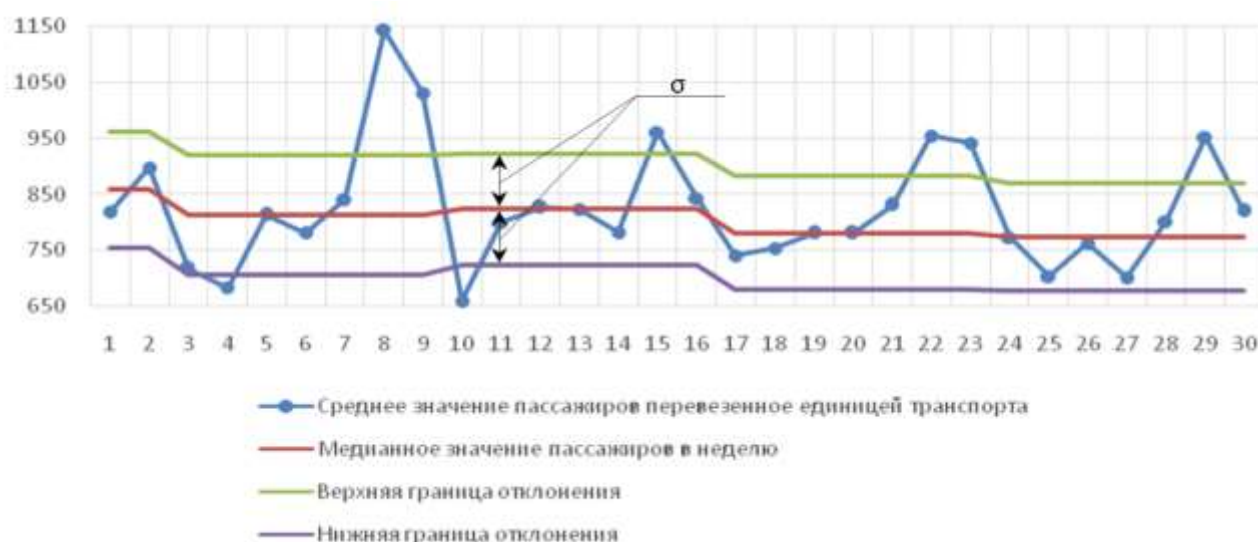


Рисунок 2 – Характеристика пассажиропотока на основе количества пассажиров

В результате можно определить предельное отклонение от медианного значения, которое составит в среднем $k_{эфф}=0,02$. Таким образом, данная характеристика среднего количества пассажиров превышает стандартное отклонение 8, 9, 15, 22, 23 и 29 числа исследуемого месяца, что свидетельствует о необходимости улучшения транспортной системы в первую очередь для обеспечения безопасности пассажиров.

Заключение. По результатам проведенного исследования установлен максимальный коэффициент отклонения от медианного значения количества перевезенных пассажиров, который отражает эффективность работы перевозочного процесса пассажирского транспорта.

Данный коэффициент является накопительным и учитывает предыдущие значения, следовательно, корректируется в зависимости от количества наблюдений и сезонного изменения. На основе данного коэффициента необходимо производить корректировку системы транспортного обслуживания пассажиров, для обеспечения не только безопасности пользователей общественного транспорта, но и увеличения комфорта. Колебания среднего

количества пассажиров в пределах установленного значения можно характеризовать как эффективную работу транспортной системы.

Список литературы

1. Сафиуллин Р.Н., Хаотьян Т., Сафиуллин Р.Р. Результаты исследований по внедрению интеллектуальных технологий ICV в транспортную систему городской агломераций // Техничко-технологические проблемы сервиса. – 2023. – № 2(64). – С. 78-86.

2. Рабочая группа по внедрению ИТС на дорожной сети субъектов Российской Федерации. Официальный интернет-сайт Федерального дорожного агентства. Концепция внедрения интеллектуальных транспортных систем в городских аг-ломерациях. [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosavtodor.gov.ru/about/upravlenie-fda/upravlenie-regionalnogo-razvitiya-i-realizacii-nacionalnogo-proekta/rabochaya-gruppa-po-vnedreniyu-its-na-dorozhnoj-seti-subektov-rossijskoj-federacii/301481?desktop=true> (дата обращения 16.10.2023).

3. Методические рекомендации по созданию организаций, уполномоченных в сфере организации дорожного движения (Одобрено Секция «Государственная политика в области автомобильного и городского пассажирского транс-порта» Научно-технического совета Министерства транспорта Российской Федерации Протокол № 57 от 08.12.2017 Согласовано Заместитель Министра транспорта Российской Федерации А.К. Семенов 13.11.2020 г.). [Электронный ресурс]. – URL: <https://rulaws.ru/acts/Metodicheskie-rekomendatsii-po-sozdaniyu-organizatsiy,-upolnomochennyh-v-sfere-organizatsii-dorozhnogo-dvizh/> (дата обращения 07.10.2023).

4. Safiullin R.N., Safiullin R.R., Efremova V.A. Method of complex assessment of on-board information and control systems on mining machines // MIAВ. Mining Inf. Anal. Bull. – 2023. № 9-1. – Pp. 49-63.

5. Менухова Т.А., Егоров С.В. Пассажирские перевозки: учебное пособие. – СПб.: Свое издательство, 2017. – 162 с.

6. Safiullin R.N., Afanasyev A.S., Reznichenko V.V. The Concept of Development of Monitoring Systems and Management of Intelligent Technical Complexes // Journal of Mining Institute. – 2019. – Vol. 237. – Pp. 322-330.

7. Сафиуллин Р.Н., Сафиуллин Р.Р., Ефремова В.А., Пеплер А.Э. Концептуальные подходы рационального выбора состава бортовых информационно-управляющих систем при перевозке грузов // Транспорт: наука, техника, управление. – 2023. – № 5. – С. 45-52.

8. Лищенко П.И. Теоретические аспекты функционирования и развития транспортных систем // Фундаментальные науки и современность. – 2021. – № 5(50). – С. 41-58.

9. Афанасьев А.С., Пушкарев А.Е. Практика применения метода экспертных оценок для обоснования параметров технологических машин // Инновации и перспективы развития горного машиностроения и электромеханики: IPDME-2021: материалы VIII Международной научно-практической конференции. – СПб.: Санкт-Петербургский горный университет. – 2021. – С. 139-143.

10. Паспорт стратегии цифровой трансформации транспортной отрасли Российской Федерации. [Электронный ресурс]. – URL: <https://mintrans.gov.ru/documents/8/11374?type>. (дата обращения 29.10.2023).

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ БОРТОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Селиверстов Святослав Александрович – кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории интеллектуальных транспортных систем
ФГБУН Институт проблем транспорта имени Н.С. Соломенко Российской Академии наук;

начальник центра перспективных исследований

Институт Авиационного приборостроения «Навигатор» (АО «Навигатор»)

Валитов Максим Васильевич – студент 1-го курса магистратуры, факультет инфокоммуникационных технологий, направление инфокоммуникационных технологий и систем связи

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»;

инженер-программист

Институт Авиационного приборостроения «Навигатор» (АО «Навигатор»)

Селиверстов Ярослав Александрович – кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории интеллектуальных транспортных систем

ФГБУН Институт проблем транспорта имени Н.С. Соломенко Российской Академии наук;

доцент высшей школы киберфизических систем и управления

Институт компьютерных наук и технологий

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого;

эксперт по анализу данных и машинному обучению центра перспективных исследований

Институт Авиационного приборостроения «Навигатор» (АО «Навигатор»)

Аннотация. В работе представлен программно-аппаратный комплекс для многофункциональной диагностики и тестирования бортовых навигационных систем воздушных судов.

Ключевые слова: комплекс поддержки летных испытаний, arinc-429, анализ полетных данных, диагностика бортовых навигационных систем.

DEVELOPMENT OF A SOFTWARE AND HARDWARE COMPLEX FOR MULTI-FUNCTIONAL DIAGNOSTICS OF ON-BOARD NAVIGATION SYSTEMS

Seliverstov Svyatoslav Al. – Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher at the Laboratory of Intelligent Transport Systems

Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences;

Head of the Center for Advanced Research

Institute of Aviation Instrumentation "Navigator"(JSC Navigator)

Valitov Maxim V. – 1st year master's student, Faculty of Infocommunication Technologies, direction "Infocommunication Technologies and Communication Systems".

ITMO University;

Software engineer

Institute of Aviation Instrumentation "Navigator"(JSC Navigator)

Seliverstov Yaroslav Al. – Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher at the Laboratory of Intelligent Transport Systems

*Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences;
Associate Professor, Higher School of Cyber-Physical Systems and Control
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Institute of Computer Science and
Technology;
Expert in data analysis and machine learning at the Center for Advanced Research
Institute of Aviation Instrumentation "Navigator"(JSC Navigator)*

***Abstract.** The work is developing a software and hardware complex for multifunctional diagnostics and testing of on-board navigation systems of aircraft.*

***Keywords:** flight test support complex, arinc-429, flight data analysis, diagnostics of on-board navigation systems.*

Современные бортовые навигационные системы играют важную роль в авиационной, морской и автомобильной отраслях, обеспечивая точную навигацию и позиционирование объектов. Однако в связи с высокой технической сложностью таких систем, их диагностика и тестирование являются актуальными задачами, требующими специализированных инструментов и подходов [1-4].

В работе представлено исследование и разработка программно-аппаратного комплекса для многофункциональной диагностики и тестирования бортовых навигационных систем.

Целью работы является создание комплексного инструмента, который позволит проводить диагностику и тестирование различных систем спутниковой навигации, таких как GPS, ГЛОНАСС, в динамических условиях, обеспечивая высокоточное моделирование и анализ работы этих систем.

Постановка задачи

Для разработки программно-аппаратного комплекса диагностики бортовых навигационных систем спутниковой навигации необходимо было решить следующие задачи.

1. Описать процесс имитации динамики полета и состав стендового комплекса.
2. Разобрать структуру слов стандарта ARINC-429 и набор параметров, передаваемых с их помощью.
3. Разработать методику получения и обработки последовательного кода с каналов модуля ARINC-429
4. Разработать программное обеспечение (ПО) для реализации алгоритма тестирования комплекса.
5. Проверить работоспособность комплекса.

Процесс имитации динамики полета, состав стендового комплекса

Процесс имитации полета на стендовом комплексе состоит из следующих операций.

1) Пользователь собирает стенд по схеме, приведенной в инструкции по эксплуатации, включает питание 220В для промышленной ЭВМ, имитатора Spectracom GSG-62 и источника питания +27В для питания блока БМС-Индикатор, а затем включает питание +27В.

2) Пользователь задает стартовый набор параметров и условий для начала процесса имитации полета летательного аппарата (далее ЛА).

– На лицевой панели имитатора Spectracom GSG-62, где пользователь выбирает стартовый режим и параметры полета имитируемого ЛА, но не запускает расчет полета ЛА (процесс запускает ЭВМ, см. ниже).

– В информационно-управляющей системе, реализованной на базе промышленной ЭВМ, после чего пользователь запускает расчетную модель полета ЛА на экране ЭВМ.

3) Расчетная модель полета ЛА в ЭВМ, помимо стартового набора параметров при запуске, постоянно принимает от Spectracom по каналу USB и от БМС-индикатора по линии Arinc-429 массивы параметров СНС, и на основе этой информации формирует и передает в

имитатор Spectracom GSG-62 массив информации и команды для управления Spectracom, а также вычерчивает траекторию полета ЛА на карте на экране ЭВМ.

4) В имитаторе Spectracom GSG-62, на основе стартовых (заданных с экрана) и принимаемых от ЭВМ параметров расчетная модель вычисляет траекторию полета летательного аппарата и сопутствующее расположение альманахов ГНСС и на основе этих расчетов формирует и выдает в БМС-индикатор антенный сигнал ГНСС, а в ЭВМ массив рассчитанных параметров СНС.

5) Объект тестирования (БМС-Индикатор) получает сгенерированный имитатором спутниковый антенный сигнал ГНСС и по его информации вычисляет текущие данные ГНСС (широта, долгота, и др. данные СНС), которые по каналу ARINC-429 передаются в ЭВМ и другим потребителям в составе стенда.

6) ЭВМ, получив от Spectracom и БМС-индикатора массивы параметров СНС, индицирует их на экране ЭВМ, а также выполняет запись данных имитируемого полета, которые впоследствии можно воспроизвести в программе «Графоанализатор» в табличном виде и в виде графиков изменения параметров во времени и провести анализ полета.

Структурная схема стенда имитации динамики полета летательного аппарата в реальном времени представлена на рисунке 1.

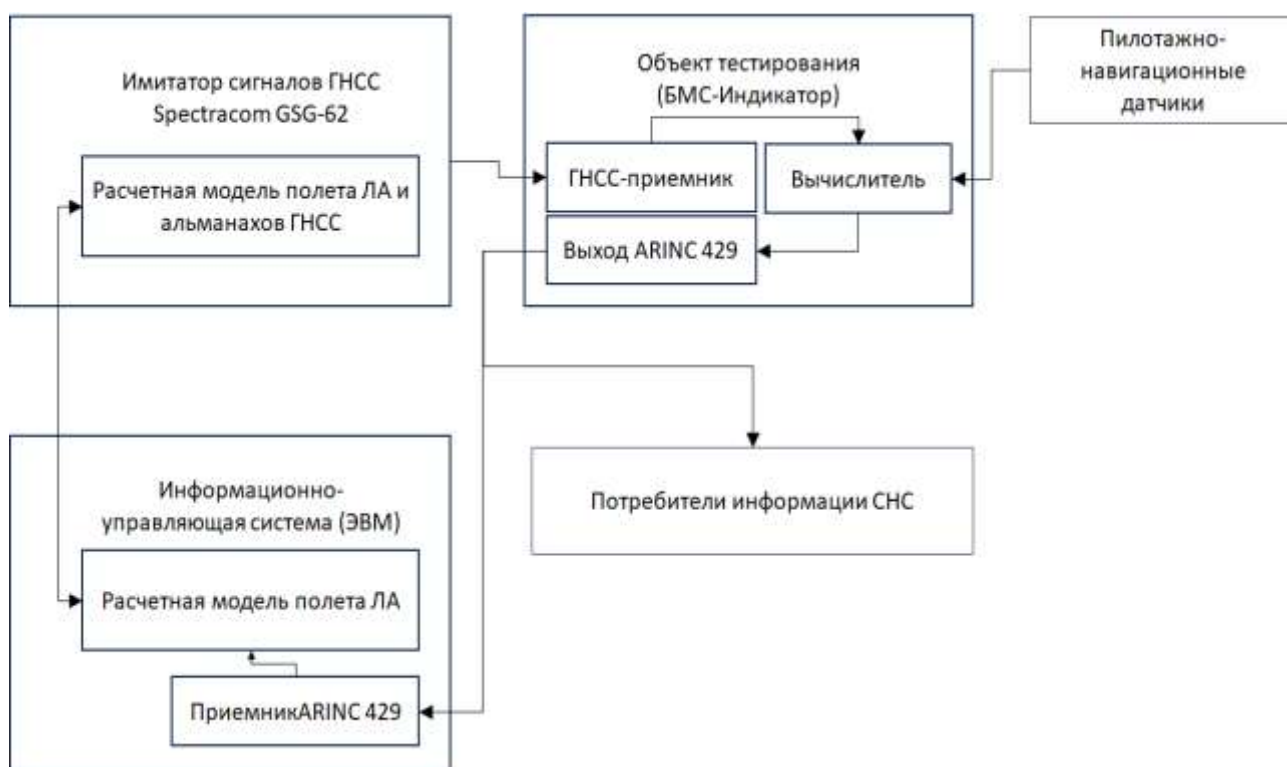


Рисунок 1 – Структурная схема стенда имитации динамики полета летательного аппарата в реальном времени

Таким образом, основными элементами стендового комплекса являются имитатор сигналов космических навигационных систем типа ГЛОНАСС/GPS и промышленная ЭВМ.

В задачи программного обеспечения промышленной ЭВМ входят:

1. управление имитатором сигналов космических навигационных систем;
2. задание параметров полета при выполнении имитации в реальном времени;
3. приём данных от имитатора сигналов во время выполнения сценария имитации полета;
4. прием данных от тестируемой БНС;
5. преобразование к унифицированному виду информации, полученной от имитатора и тестируемого БНС;

б. обработка, вычисление, сравнение, полученных данных для формирования результатов тестирования.

В рамках данной работы, в качестве имитатора сигналов будет выступать прибор компании АО «Навигатор» – БМС-Индикатор. Для работы с данным прибором нам также будут необходимы: карта расширения для сопряжения интерфейса PCI в ЭВМ с устройствами по последовательному интерфейсу ARINC-429 и дискретным каналам, и лабораторный источник питания.

Структура слова ARINC-429 и набор передаваемых параметров

ARINC 429 – стандарт на компьютерную шину для применения в авионике, разработанный фирмой ARINC. Слова, полученные по данному интерфейсу (модуль PCI429-4-3С [5]), имеют структуру, представленную на рисунке 2 [6].



Рисунок 2 – Структура слова ARINC 429.

Признак четности кода (32 бит) – записывается 1, если количество единиц – четное, записывается 0, если нечетное. ARINC использует контроль нечетности в качестве проверки на наличие ошибок, чтобы обеспечить точный прием данных.

Биты состояния (31, 30 биты) – отображение статуса получаемого параметра в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 – Состояние полученного параметра

Номер разряда		Состояние параметра
31	30	
0	0	НОРМ – Все в норме
0	1	НВД – Невозможно вычислить данные
1	0	ТЕСТ – Прибор в режиме тестирования
1	1	ОТК – Отключено

Числовая часть (29 – 9 биты) – значение параметра, переданного в данном слове.

Адрес (8 – 1 биты) – адрес параметра, переданного в данном слове (табл. 2).

Данные слова передаются исходя из стандарта ARINC-743А, разработанного специально для унификации оборудования спутниковой навигации [7].

Методика получения и обработки последовательного кода с каналов модуля ARINC-429

Для получения и декодирования данных из платы PCI429-4-3С необходимо следующее.

1) Модулю PCI429-4-3С посредством драйвера отправить запрос на однократную выдачу файла заданного числа слов из буфера БКП канала. Буфер БКП – это буфер приема последовательного кода входных каналов модуля PCI429-4-3С.

Таблица 2 – Основные параметры, передаваемые в словах

Адрес	Параметр	Единицы измерения	Максимальное значение (range)	Количество бит сигнала
076	ГНСС Высота над уровнем моря	Футы	±131, 072	20
103	ГНСС Путевой угол	Град.	±180°	15
110	ГНСС Широта	Град	±180°	20
111	ГНСС Долгота	Град	±180°	20
112	ГНСС Скорость относительно земли	Узлы	4096	15
165	Вертикальная скорость	Фут/мин	±32	15
370	ГНСС Высота	Футы	±131	20

2) Получить заданное число слов, начиная с указанного адреса канала в буфере БКП, который можно вычислить при помощи формулы (1):

$$addr_{16} = 4000_{16} + (nbrChan - 1) * 400_{16}, \quad (1)$$

где $addr_{16}$ – адрес канала в буфере БКВ, $nbrChan$ – номер канала (1-16), 4000_{16} – начальный адрес блоков буферов приема последовательного кода, 400_{16} – количество блоков, которое занимает 1 канал.

3) Выделить адресные биты для определения переданного в данном слове параметра.

4) Выделить числовые биты при помощи маски, зависящей от параметра и сдвинуть битовую последовательность на 3 влево по формуле (2)

5)

$$temp = (arr \& mask) \ll 3, \quad (2)$$

где $temp$ – 32-битная информационная составляющая слова, arr – прочитанное слово, $mask$ – 29-битная последовательность, в которой первые n бит – единицы, оставшиеся $(29 - n)$ бит – нули (n – количество бит сигнала для параметра, указанное в таблице К).

б) Вычислить полученное значение параметра по формуле 3.

$$value = \frac{temp * \left(\frac{range}{2}\right)}{1073741824}, \quad (3)$$

где $value$ – расшифрованное значение параметра, $range$ – максимальное значение параметров, указанное в таблице 2.

В данном алгоритме для переменной $temp$ используется тип данных $int32$, в котором 32-ой бит является знаковым. Поэтому после сдвига битовой последовательности на четвёртом этапе конечный знак числа будет зависеть от этого бита (1 – отрицательное, 0 – положительное).

Разработка программного обеспечения комплекса

Программное обеспечение комплекса для процесса имитации динамики полета должно выполнять следующие функции.

1. Задание начальных параметров полета летательного аппарата.
2. Общение с имитатором сигналов ГНСС Spectracom GSG-62 в формате «запрос-ответ», используя RSG programming.
3. Чтение и обработка полетных данных БМС-Индикатора из последовательного кода каналов интерфейса ARINC-429.
4. Анализ и сравнение полетных данных, сохранение результатов сравнения в файл.

В качестве языка программирования для разработки данного программного обеспечения был выбран С#, программная платформа – .NET Framework 4.6.

Тестирование комплекса

Рассмотрим тестирование программно-аппаратного комплекса для реализации процесса имитации динамики полета летательного аппарата в реальном времени.

Стартовой точкой был задан аэропорт Внуково. Далее был запущен процесс имитации динамики полета летательного аппарата (рис. 3).

Используя данное программное обеспечение, была проведена проверка работоспособности стенд, путём выполнения имитации динамики полета летательного аппарата в течение десяти минут и сохранения полученной информации для дальнейшего рассмотрения и анализа.

На рисунке 4 представлены следующие данные: Time – время работы сценария в формате «ч:мин:сек», два набора полетных данных: расчетные (GSG) и реальные (ARINC), а также отклонения параметров реальной модели от расчетной (DELTA).

В табличном виде сложно анализировать представленную информацию, поэтому ее можно представить в виде графиков (рис. 5) в программе «Графоанализатор», который был создан для удобного представления файлов подобного формата в графическом виде.

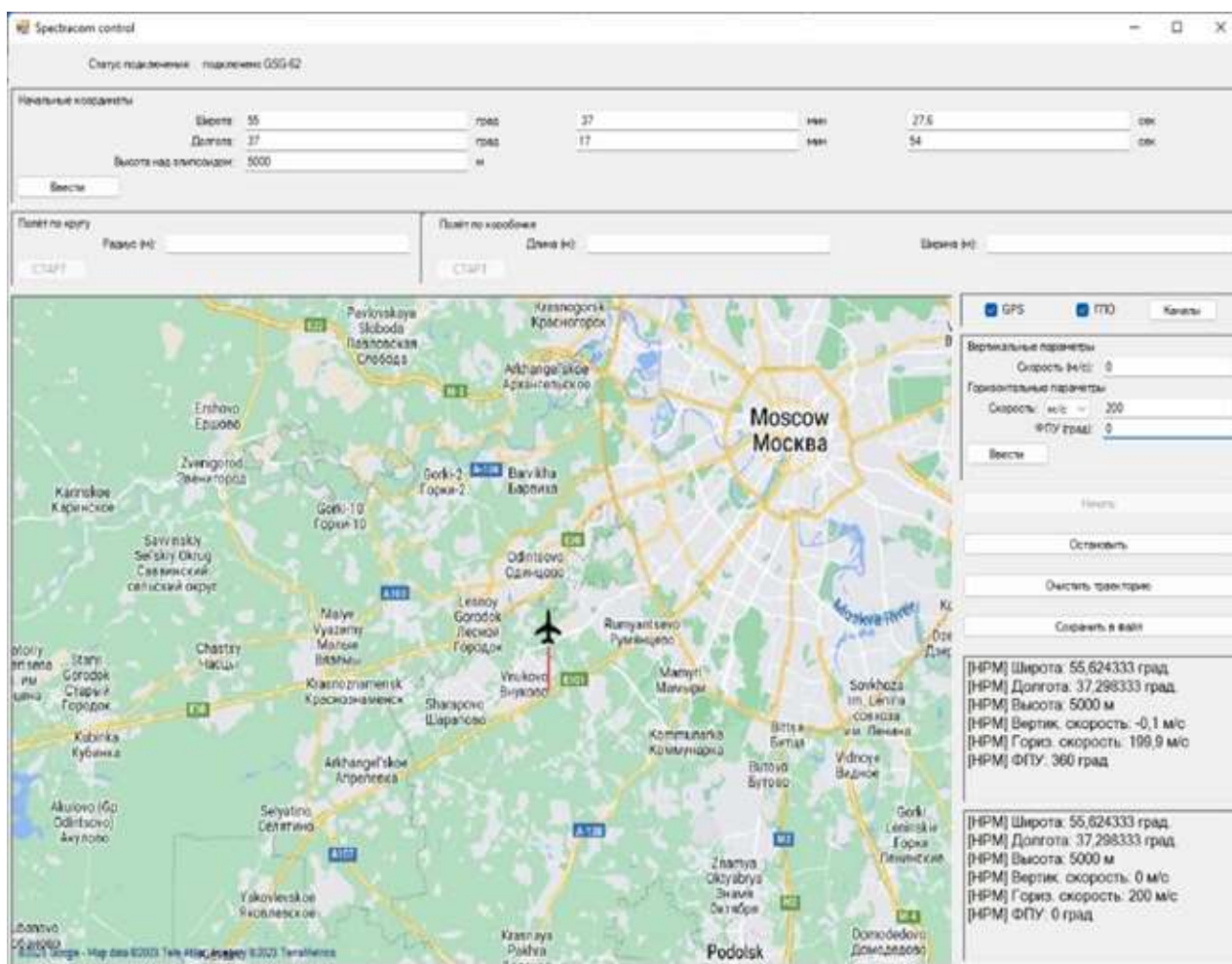


Рисунок 3 – Графический интерфейс после запуска процесса имитации динамики полета

Time	ARINC Latitude, deg	ARINC Longitude, deg	ARINC Altitude, m	ARINC Vspeed, m/s	ARINC Vspeed, m/s	ARINC Heading, deg	GGS Latitude, deg	GGS Longitude, deg
00:03,0	55,81107722	37,29833333	5000	-0,01	200	360	55,81107722	37,29833334
00:03,1	55,81125862	37,29833333	5000	-0,01	200	360	55,81125862	37,29833334
00:03,2	55,81143962	37,29833333	5000	-0,01	200	360	55,81143962	37,29833334
00:03,3	55,81179512	37,29833333	5000	-0,01	200	360	55,81179512	37,29833334
00:03,4	55,81197881	37,29833333	5000	-0,01	200	360	55,81197881	37,29833334
00:03,5	55,81215411	37,29833333	5000	-0,02	200	360	55,81215411	37,29833334
00:03,6	55,81233396	37,29833333	5000	-0,02	200	360	55,81233396	37,29833334
00:03,7	55,81251311	37,29833333	5000	-0,02	200	360	55,81251311	37,29833334
00:03,8	55,81269209	37,29833333	5000	-0,02	200	360	55,81269209	37,29833334
00:03,9	55,81287071	37,29833333	5000	-0,02	200	360	55,81287071	37,29833334
00:04,0	55,81305554	37,29833333	5000	-0,02	200	360	55,81305554	37,29833334
00:04,1	55,81323111	37,29833333	5000	-0,02	200	360	55,81323111	37,29833334
00:04,2	55,81341086	37,29833333	5000	-0,02	200	360	55,81341086	37,29833334
00:04,3	55,81357655	37,29833333	5000	-0,02	200	360	55,81357655	37,29833334
00:04,4	55,81374909	37,29833333	5000	-0,02	200	360	55,81374909	37,29833334
00:04,5	55,81391859	37,29833333	5000	-0,02	200	360	55,81391859	37,29833334
00:04,6	55,81408604	37,29833333	5000	-0,02	200	360	55,81408604	37,29833334
00:04,7	55,81424675	37,29833333	5000	-0,02	200	360	55,81424675	37,29833334
00:04,8	55,81440758	37,29833333	5000	-0,02	200	360	55,81440758	37,29833334
00:04,9	55,81456798	37,29833333	5000	-0,02	200	360	55,81456798	37,29833334
00:05,0	55,81472858	37,29833333	5000	-0,02	200	360	55,81472858	37,29833334
00:05,1	55,81488867	37,29833333	5000	-0,03	200	360	55,81488867	37,29833334
00:05,2	55,81504857	37,29833333	5000	-0,03	200	360	55,81504857	37,29833334
00:05,3	55,81520857	37,29833333	5000	-0,03	200	360	55,81520857	37,29833334
00:05,4	55,81536857	37,29833333	5000	-0,03	200	360	55,81536857	37,29833334
00:05,5	55,81552857	37,29833333	5000	-0,03	200	360	55,81552857	37,29833334
00:05,6	55,81568857	37,29833333	5000	-0,03	200	360	55,81568857	37,29833334
00:05,7	55,81584858	37,29833333	5000	-0,03	200	360	55,81584858	37,29833334
00:05,8	55,81600858	37,29833333	5000	-0,03	200	360	55,81600858	37,29833334
00:05,9	55,81616858	37,29833333	5000	-0,03	200	360	55,81616858	37,29833334
00:06,0	55,81632858	37,29833333	5000	-0,03	200	360	55,81632858	37,29833334
00:06,1	55,81648858	37,29833333	5000	-0,03	200	360	55,81648858	37,29833334
00:06,2	55,81664855	37,29833333	5000	-0,03	200	360	55,81664855	37,29833334
00:06,3	55,81680855	37,29833333	5000	-0,03	200	360	55,81680855	37,29833334
00:06,4	55,81696855	37,29833333	5000	-0,03	200	360	55,81696855	37,29833334
00:06,5	55,81712855	37,29833333	5000	-0,03	200	360	55,81712855	37,29833334
00:06,6	55,81728854	37,29833333	5000	-0,03	200	360	55,81728854	37,29833334
00:06,7	55,81744854	37,29833333	5000	-0,03	200	360	55,81744854	37,29833334
00:06,8	55,81760854	37,29833333	5000	-0,03	200	360	55,81760854	37,29833334
00:06,9	55,81776854	37,29833333	5000	-0,03	200	360	55,81776854	37,29833334
00:07,0	55,81792854	37,29833333	5000	-0,03	200	360	55,81792854	37,29833334

Рисунок 4 – Содержание файла с результатами имитации динамики полета летательного аппарата



Рисунок 5 – Графики изменения параметров реальной модели полета и расчетной

Заключение. Разработанное программно-аппаратное обеспечение позволяет проводить такие оценки, как оценка инструментальной точности бортовой навигационной аппаратуры (БНА), оценка помехоустойчивости БНА, оценка чувствительности приемника БНА и другие, в зависимости от требований и типа оборудования. Кроме того, в дальнейшем, для имитации динамики полета в реальном времени будет использована разрабатываемая в «АО Навигатор» модель автопилота, которая позволит еще более приблизить имитацию к реальному полету, поскольку данная модель сможет учитывать различные внешние условия, влияющие, непосредственно, на полет летательного аппарата и точность систем навигации.

Список литературы

1. Борисова Т.С. Автоматизация контроля и диагностики систем электронной индикации бортовых систем управления в режиме отображения аэронавигационной

картографической информации: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук. – Ульяновск. – 2013. – 23 с.

2. Борисова Т.С., Киселев С.К. Автоматизация тестирования специального программного обеспечения формирования картографической информации в системах электронной индикации на борту летательного аппарата // Вестник Ульяновского государственного технического университета. – 2008. – №2. – С. 59 – 63.

3. Козырев В.П., Троицкий А.К. Система тестирования авиационного программного обеспечения на базе методов распознавания образов // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 1. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=8291> (дата обращения 12.02.2023).

4. Лагунков О.А., Ларин К.В., Шишкин В.В. Построение процесса тестирования в рамках верификации программного обеспечения бортовой авиационной системы высокого уровня критичности // Теоретические и практические аспекты развития отечественного авиастроения. – 2014. С. 487–492.

5. Модуль последовательных каналов PCI429-4-X. Техническое описание // ЭК «ЭЛКУС». – 2023. – 18 с.

6. РТМ 1495–75. Руководящий технический материал авиационной техники. Обмен информацией дупольярным кодом в оборудовании летательных аппаратов / Министерство радиопромышленности СССР. – М.: Министерство радиопромышленности СССР, 1975. – 43 с.

7. GNSS sensor: ARINC characteristic 743A-4. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.herculesebooks.com/index/ARINC.PDF> (дата обращения 12.02.2023).

УДК 629.7

РАЗРАБОТКА ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ АНАЛИЗА ПОЛЕТНЫХ ДАННЫХ

***Селиверстов Ярослав Александрович** – кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории интеллектуальных транспортных систем
ФГБУН Институт проблем транспорта имени Н.С. Соломенко Российской Академии наук;*

*доцент высшей школы киберфизических систем и управления
Институт компьютерных наук и технологий
ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого;
эксперт по анализу данных и машинному обучению центра перспективных исследований*

Институт Авиационного приборостроения «Навигатор» (АО «Навигатор»)

***Дубрава Даниил Антонович** – студент бакалавриата высшей школы киберфизических систем и управления, Институт компьютерных наук и технологий
ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого*

***Селиверстов Святослав Александрович** – кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории интеллектуальных транспортных систем
ФГБУН Институт проблем транспорта имени Н.С. Соломенко Российской Академии наук;*

начальник центра перспективных исследований

Институт Авиационного приборостроения «Навигатор» (АО «Навигатор»)

Аннотация. Представлена графоаналитическая платформа, входящая в состав аппаратуры сопровождения летных испытаний, позволяющая в реальных условиях выявлять и устранять неполадки на воздушных судах.

Ключевые слова: комплекс поддержки летных испытаний, arinc-429, анализ и визуализация полетных данных.

DEVELOPMENT OF A GRAPHIC-ANALYTICAL PLATFORM FOR FLIGHT DATA ANALYSIS

Seliverstov Yaroslav Al. – Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher at the Laboratory of Intelligent Transport Systems

*Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences;
Associate Professor, Higher School of Cyber-Physical Systems and Control*

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Institute of Computer Science and Technology;

*Expert in data analysis and machine learning at the Center for Advanced Research
Institute of Aviation Instrumentation "Navigator"(JSC Navigator)*

Dubrava Daniil A. – undergraduate student at the Higher School of Cyber-Physical Systems and Control,

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Institute of Computer Science and Technology

Seliverstov Svyatoslav Al. – Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher at the Laboratory of Intelligent Transport Systems

*Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences;
Head of the Center for Advanced Research*

Institute of Aviation Instrumentation "Navigator"(JSC Navigator)

Abstract. *The work is developing a graphical-analytical platform, which is part of the flight test support equipment, which makes it possible to identify and eliminate problems on aircraft in real conditions.*

Keywords: *flight test support complex, arinc-429, analysis and visualization of flight data.*

Анализ полетных данных является важнейшим аспектом обеспечения безопасности и эффективной эксплуатации современных самолетов [1]. Поскольку самолеты становятся все более сложными системами, объем генерируемых данных растет, то их анализ является неотъемлемой частью эксплуатации.

Чтобы упростить этот процесс, многие авиационные компании используют программные инструменты, которые могут анализировать и визуализировать полетные данные. Эти инструменты обеспечивают удобный интерфейс для быстрого и точного просмотра и интерпретации больших объемов данных.

Целью данной работы является разработка программного обеспечения (ПО) с удобным пользовательским интерфейсом для расшифровки полетных записей параметрических данных, просмотра динамики их изменений во времени в виде графиков, а также их статистической обработки.

Данное ПО также может быть впоследствии использована в составе наземных стационарных и мобильных стендов для авионики различного назначения.

Постановка задачи

Для разработки графоаналитической платформы, входящей в состав аппаратуры сопровождения летных испытаний, позволяющей производить анализ и визуализацию полетных данных, необходимо решить комплекс научно-технических задач.

- 1) Анализ протоколов передачи данных в авиации.
- 2) Сбор требований к разрабатываемому программному обеспечению.
- 3) Анализ и выбор необходимых технологий для разработки системы: язык программирования, фреймворк, библиотека для визуализации данных.

4) Разработка и тестирование работоспособности системы с использованием предоставленных исходных данных.

Протоколы передачи данных в авиации

В авиации используется ряд протоколов передачи данных для обеспечения связи между различными системами и устройствами, таких как: ARINC 429, CAN-шина [3], AFDX [4], MIL-STD-1553 [5].

Протоколы необходимы, поскольку они обеспечивают стандартизированный способ взаимодействия различных систем и устройств авионики друг с другом. Современные самолеты имеют большое количество систем, которые должны работать вместе, чтобы обеспечить безопасную и эффективную работу. Без стандартного протокола связи этим системам было бы трудно эффективно обмениваться.

В данном исследовании для передачи данных в системах управления полетом будет использоваться протокол ARINC 429 [6]. Поэтому остановимся на нем более подробно.

ARINC 429 протокол передачи данных, используемый в авиации и регулируемый ГОСТ 18977-79 [7] и RTM 1495-75 [8]. Он использует однонаправленную шину со скоростью передачи данных до 100 килобит в секунду (Кбит/с) и поддерживает до 20 приемников.

Архитектура и разработка системы

Платформа состоит из нескольких компонентов (рис. 1).

- Воздушное судно. Судно, данные которого будут анализироваться с использованием графоаналитической платформы;
- Приемное устройство. Устройство для принятия сообщений по протоколу ARINC-429 для их дальнейшего анализа;
- Платформа для преобразования данных. Платформа, преобразующая сообщения в формате ARINC-429 в табличные данные (CSV, XLSX);
- Графоаналитическая платформа. Платформа для анализа полетных данных.

Для разработки графоаналитической платформы был выбран TypeScript, являющийся надмножеством над JavaScript.



Рисунок 1 – Архитектура системы

Для запуска JavaScript был выбран Electron [9]. Это open-source фреймворк, который позволяет разработчикам создавать кроссплатформенные десктоп приложения с использованием веб-технологий: HTML, CSS и JS. Electron построен на основе Chromium и Node.js, что делает его мощной платформой, предоставляющей разработчикам гибкость для создания настольных приложений, которые могут работать в Windows, macOS и Linux.

Для разработки интерфейса графоаналитической платформы был выбран JavaScript фреймворк Angular – комплексная экосистема для создания сложных веб-приложений [10]. Он предоставляет широкий спектр инструментов из «коробки», включая DI (внедрение зависимостей), библиотеку для реактивного программирования, роутинг (маршрутизация), реактивные формы, а также строгую архитектуру на основе модулей, компонентов и сервисов [11,12].

Для отображения графиков полетных данных была выбрана библиотека ECharts. Библиотека имеет более 20 типов диаграмм, таких, как line, bar, radar, tree и др, что позволяет визуализировать любые данные в любом подходящем виде.

В аналитическую часть графоаналитической платформы был заложен расчет следующих статистических показателей.

- 1) Минимум. Наименьшее значение в множестве.
- 2) Максимум. Наибольшее значение в множестве.
- 3) Среднее арифметическое.
- 4) Математическое ожидание.
- 5) Дисперсия случайной величины.
- 6) Среднеквадратическое отклонение. Квадратный корень из дисперсии случайной величины.

величины.

Тестирование работоспособности системы и выводы

Для визуализации и анализа данных необходимо загрузить запись в формате CSV с полетными данными в определенном формате.

Разработанное ПО является кроссплатформенным, поэтому его работоспособность гарантируется на разных платформах.

Пример вывода полетных данных представлен на рисунках 2 и 3.

Выбранные параметры отображаются в правой части приложения в виде графиков (рис. 2).



Рисунок 2 – Визуализированные параметры

Пользователи имеют возможность проанализировать параметры на текущем временном отрезке, используя функцию «Статистика» (рис. 3).

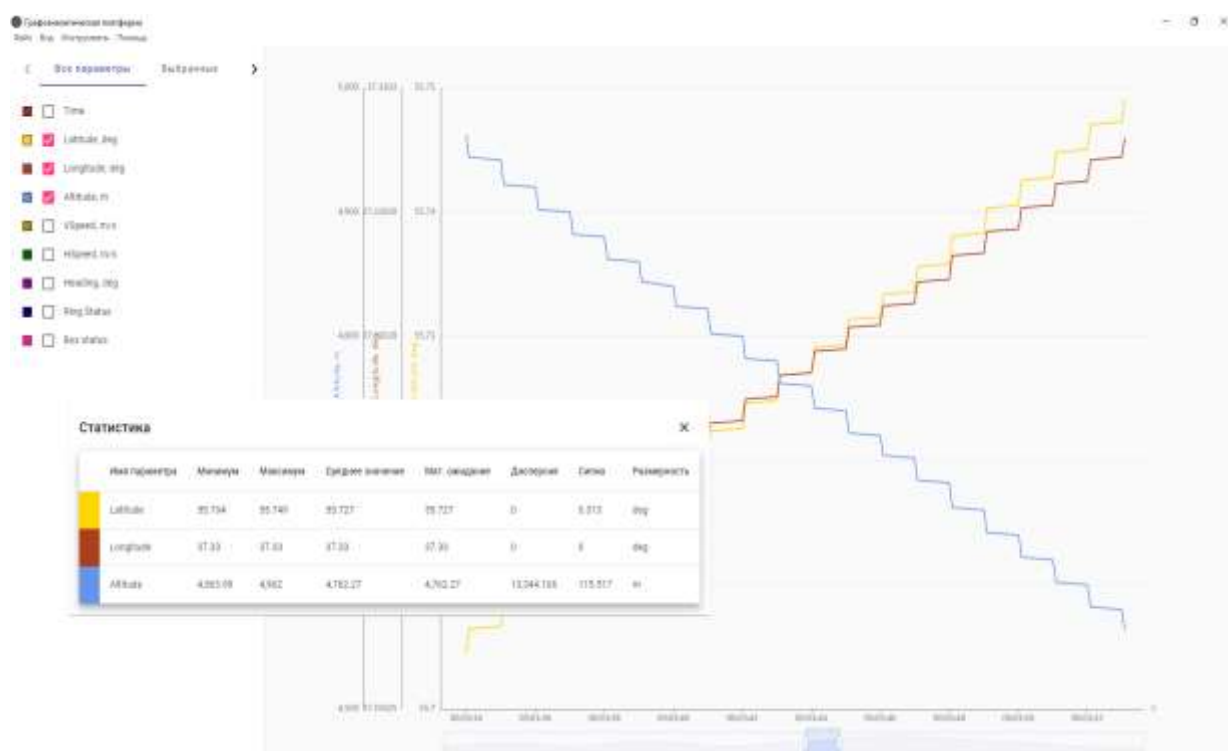


Рисунок 3 – Статистика

Графоаналитическая платформа анализа полетных данных отработана с интерфейсом ARINC-429. В ходе тестирования она показала себя эффективным инструментом для обработки, анализа и визуализации данных, связанных с полетными операциями. Ее способность работать со сложными связями между данными, масштабируемость и гибкость делают ее ценным ресурсом для инженеров и аналитиков в авиационной отрасли.

В настоящее время АО «Навигатор» планирует проводить аналогичные работы с другими авиационными интерфейсами CAN-шина, AFDX, MIL-STD-155.

Список литературы

1. Гора А.Н., Васильев С.Н. Современные системы мониторинга ЛА и передачи полетных данных. Обзор и возможности повышения безопасности полетов // Автоматизированные системы управления и приборы автоматики. – 2008. – № 142. – С. 47-57.
2. Scarduelli R., Bourdil P.A., Zilio S.D., Botlan D.L., Bourdil P.A. Time-accurate middleware for the virtualization of communication protocols. 2018. [Электронный ресурс]. – URL: <https://arxiv.org/abs/1805.09256> (дата обращения 08.05.2023).
3. Controller Area Network. – Текст: электронный // Википедия: [сайт]. [Электронный ресурс]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Controller_Area_Network (дата обращения 08.05.2023).
4. Avionics Full-Duplex Switched Ethernet. – Текст: электронный // Википедия: [сайт]. [Электронный ресурс]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Avionics_Full-Duplex_Switched_Ethernet (дата обращения 20.11.2022).
5. MIL-STD-1553. – Текст: электронный // Википедия: [сайт]. [Электронный ресурс]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/MIL-STD-1553> (дата обращения 20.11.2022).
6. Спецификация цифрового параметризуемого сложнофункционального блока контроллера интерфейса ARINC-429. – Текст: электронный // ПАО НПО «Физика»: [сайт].

[Электронный ресурс]. – URL: https://npofizika.ru/pdf/спец_arinc429_top.pdf (дата обращения 20.11.2022).

7. ГОСТ 18977-79. – Текст: электронный // Кодекс: [сайт]. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200024192> (дата обращения 20.11.2022).

8. РТМ 1495-75. – Текст: электронный // СтудИзба: [сайт]. [Электронный ресурс]. – URL: <https://studizba.com/files/show/pdf/84598-1-rukovodyaschiy-tehnicheskii-material.html> (дата обращения 14.12.2022).

9. Introduction | Electron. – Текст: электронный // Electron: [сайт]. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.electronjs.org/docs/latest/> (дата обращения 02.02.2023).

10. Angular – Documentation. – Текст: электронный // Angular: [сайт]. [Электронный ресурс]. – URL: <https://angular.io/docs> (дата обращения 02.02.2023).

11. Features – Apache ECharts. – Текст: электронный // Apache ECharts : [сайт]. [Электронный ресурс]. – URL: <https://echarts.apache.org/en/feature.html> (дата обращения 06.03.2023).

12. Chart.js Samples. – Текст: электронный // Chart.js: [сайт]. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.chartjs.org/docs/latest/samples/information.html> (дата обращения 08.03.2023).

УДК 725.39

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ 3D-СПУТНИКОВЫХ GPS-СИСТЕМ ПРИ РЕМОНТЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ ОБЪЕКТОВ ИНФРАСТРУКТУРЫ АЭРОПОРТОВ

***Кривилев Константин Сергеевич** – студент магистратуры, 2 курс, факультет «Высшая школа аэронавигации», направление «Эксплуатация аэропортов и обеспечение полетов воздушных судов», профиль «Управление аэропортовой деятельностью»*

***Коникова Елена Викторовна** – кандидат технических наук, доцент кафедры аэропортов и авиане перевозок*

*ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации
имени Главного маршала авиации А.А. Новикова*

Аннотация. В работе проведен анализ применения 3D-спутниковых GPS-систем при ремонте и реконструкции объектов инфраструктуры аэропортов. Тема актуальна на данный момент для многих крупных, передовых аэропортов всего мира. Точный сбор данных, упреждающий подход в отслеживании состояния объектов инфраструктуры, точные измерения и 3D-модели, оптимизация ресурсов, все эти преимущества позволяют аэропортам, внедрившим эту технологию, работать на более высоком уровне эффективности, увеличивая уровень безопасности полетов.

Ключевые слова: 3D-спутниковые GPS-системы, ремонт и реконструкция аэродрома, инфраструктура аэропортов, LiDAR, BIM, ГИС, GNSS.

ANALYSIS OF THE USE OF 3D SATELLITE GPS SYSTEMS IN THE REPAIR AND RECONSTRUCTION OF AIRPORT INFRASTRUCTURE FACILITIES

Krivilev Konstantin S. – Master's degree student, 2nd year, Faculty of Higher School of Aeronautics, direction «Airport Operation and Aircraft Flight Support», profile «Airport Management»

*Konikova Elena V. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department No. 23 «Airports and air transportation»
St. Petersburg State University of Civil Aviation*

***Abstract.** The paper analyzes the use of 3D satellite GPS systems in the repair and reconstruction of airport infrastructure facilities. This topic is relevant at the moment for many large, advanced airports around the world. Accurate data collection, proactive approach in tracking the condition of infrastructure, precise measurements and 3D models, optimization of resources, all these advantages allow airports that have implemented this technology to operate at a higher level of efficiency, increasing the level of flight safety.*

***Keywords:** 3D satellite GPS systems, airfield repair and reconstruction, airport infrastructure, LiDAR, BIM, GIS, GNSS.*

Для анализа применения 3D-спутниковых GPS-систем при ремонте и реконструкции объектов инфраструктуры аэропортов необходимо определить стадии ремонта и реконструкции: сбор данных, обработка данных, проектирование с учетом полученных данных, реализация.

1) Сбор данных является важнейшим этапом ремонта и реконструкции объектов инфраструктуры аэропортов, формируя основу для планирования.

Спутниковые снимки отображают состояние аэродрома с высокой детализацией, позволяя составить карту неровностей. Тепловизионная съемка выявляет аномалии в инфраструктуре, включая перегрев компонентов и дефекты изоляции (рис. 1).



Рисунок 1 – Спутниковый и тепловизионный снимок местности

Лазерные сканеры, LiDAR и георадары при использовании с GPS-приемниками на автомобилях или беспилотных летательных аппаратах, собирают данные о состоянии покрытия. Спутниковые геодезические приемники обеспечивают сбор данных в режиме реального времени.

Используя спутниковые снимки, аэрофотосъемку и LiDAR, можно минимизировать необходимость в физическом доступе к каждой точке на аэродроме, делая сбор данных более эффективным и экономичным с точки зрения затрат. Также это полезно для мониторинга изменений, обнаружения износа и выявления потенциальных проблем, требующих ремонта или реконструкции.

Кроме того, эти системы позволяют создавать точные топографические карты и 3D-модели аэродрома. Собранные данные легко интегрируются с различным программным обеспечением для анализа и проектирования.

2) Обработка данных, собранных спутниковой системой, проходит несколько этапов.

– Географическая привязка: приведение данных к карточной проекции или системе координат, объединение информации из различных источников.

– Коррекция ошибок: устранение неточностей из-за метеоусловий, помех и прочего. Применяются фильтрация сигналов, усреднение измерений, дифференциальная и атмосферная коррекции.

– Слияние данных: объединение спутниковых данных с другими наборами информации для лучшего представления об объектах и событиях.

– Анализ и визуализация: выявление тенденций и аномалий с помощью статистических методов, 3D-рендеринга и интерактивных карт (рис. 2).

– Хранение данных: управление и сохранение данных с помощью баз данных и серверов, обеспечивая их доступность и целостность.

– Контроль качества: сверка данных с эталонами для обеспечения их соответствия стандартам.

Существует различное программное обеспечение для обработки данных.

– Геоинформационная система (ГИС): интеграция и визуализация пространственных данных.

– ПО для обработки данных с лазерных сканеров, LiDAR и 3D: создание 3D-моделей и ортомозаических карт для анализа объектов и симуляции ситуаций (рис. 2).

– Программное обеспечение для анализа данных и статистики: инструменты для статистического анализа и выявления закономерностей.



Рисунок 2 – 3D-модель международного аэропорта Ванкувер (цифровой двойник)

3) Проектирование является последним этапом перед началом ремонтных работ. Используя обработанные данные, проектировщики могут оценить состояние объектов, определить места для ремонта и реконструкции и составить планы работ. Современное ПО для проектирования позволяет визуализировать будущие изменения, создавая виртуальные модели предполагаемых конструкций для оптимизации процессов (рис. 3).

При проектировании с учетом обработанных данных возможно точно настраивать проект, чтобы минимизировать затраты на ремонт или реконструкцию, снизить воздействие на окружающую среду, не создавая помехи в работе аэропорта.

Понимая текущее состояние инфраструктуры и пропускную способность аэропорта, возможно разработать долгосрочные планы, учитывающие будущие потребности в реконструкции и способствующие поэтапному развитию аэропорта.

Проектирование также облегчает коммуникацию между различными заинтересованными сторонами (управляющие аэропорта, проектировщики, строители и аэродромная служба), что упрощает процесс принятия решений.

Для проектирования используется следующее.

– Система автоматизированного проектирования (САПР, CAD): ПО для создания 2D и 3D-чертежей инфраструктуры, обеспечивающих детализацию и точность (рис. 3).

– Информационное моделирование зданий (Building Information Model, BIM): Цифровое представление, предлагающее 3D-моделирование с дополнительными параметрами управления, составление графиков ремонта и реконструкции, сметы затрат. Все эти инструменты делают BIM всеобъемлющим ресурсом для комплексного управления объектами инфраструктуры аэропорта.

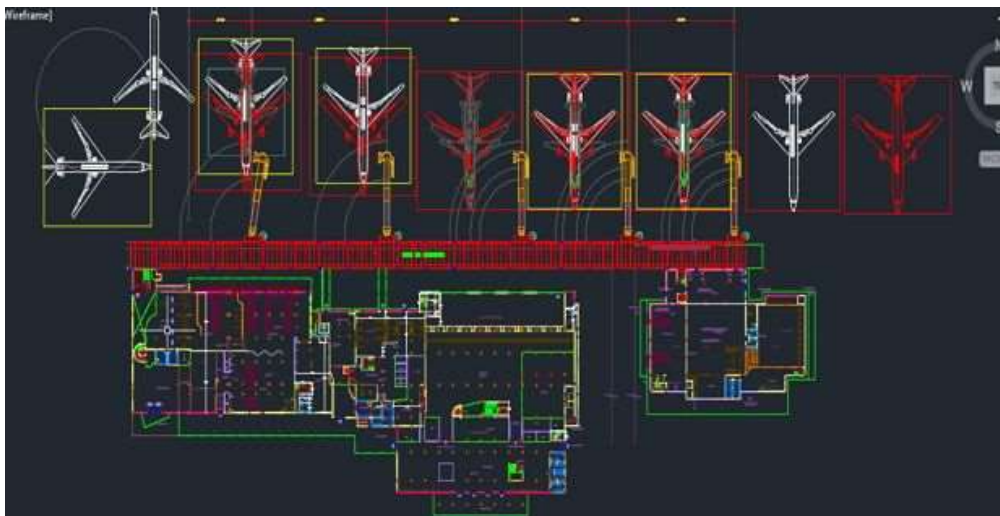


Рисунок 3 – Проект аэропорта в САПР

4) Реализация – это заключительный этап, на котором запланированные проекты и решения воплощаются в жизнь, включает в себя ремонт, строительство, монтаж и интеграцию новых объектов, элементов в инфраструктуру аэропорта.

Проект, включающий в себя все обработанные данные, карты и 3D-модели, помогает строительным бригадам во время строительных, ремонтных работ и контроля качества.

Непосредственно во время работы спутниковая система может помочь при взаимодействии со строительной техникой. Системы нивелирования в строительной технике необходимы для достижения точного контроля работы, поддержания рабочего органа землеройной машины или другой техники в положении, соответствующем проекту.

Хотя использование спутниковых систем при ремонте или реконструкции объектов инфраструктуры аэропорта дает множество преимуществ на всех этапах, необходимо учитывать и определенные недостатки.

– Стоимость: высокие расходы на внедрение, обслуживание, обновления и лицензирование. Необходимость мощной и дорогой техники для обработки больших данных.

– Техническая сложность: требуются специалисты с техническими знаниями для работы с системами и обработки данных.

– Ограниченный охват: проблемы с покрытием спутникового сигнала в отдаленных или закрытых зонах. Влияние метеословий и сбоев GPS на точность данных.

Таким образом, был выполнен анализ применения 3D-спутниковых GPS-систем при ремонте и реконструкции объектов инфраструктуры аэропортов.

Использование 3D-спутниковых GPS-систем предоставляет целый ряд преимуществ в каждой стадии работ, включая высокую точность сбора и обработки данных, глубокое проектирование и успешная реализация.

Благодаря технологическим инновациям и научным исследованиям многие из недостатков и проблем этих систем устраняются. При правильном подходе 3D-спутниковые GPS-системы принесут значительную пользу в аэропортовой инфраструктуре. Эти системы представляют большие перспективы для оптимизации аэропортовой деятельности и увеличения безопасности полетов.

Список литературы

1. Sharifisoraki Z. et al. Monitoring Critical Infrastructure Using 3D LiDAR Point Clouds // IEEE Access. – 2022. – Т. 11. – С. 314-336.
2. Алексеев С.А., Михеева Т.И. Применение транспортного цифрового двойника в интеллектуальной транспортной геоинформационной системе // Ит & транспорт: сборник научных статей. – Самара: Научно-производственный центр «Интеллектуальные транспортные системы». – 2022. – Т. 17. – С. 3-16.
3. Комиссаров А.В., Ремизов А.В. Методика использования BIM-технологий и лазерного сканирования для реконструкции и модернизации объектов // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). – 2022. – №2. [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-ispolzovaniya-bim-tehnologiy-i-lazernogo-skanirovaniya-dlya-rekonstruktsii-i-modernizatsii-obektov> (дата обращения 10.10.2023).
4. Погребинский А. Информационное моделирование зданий (BIM) для аэропорта Копенгагена // Здания высоких технологий. – 2019. – № 1. – С. 42-45.
5. Габдуллин Т.Р., Загретдинов Р.В. Повышение производительности систем управления дорожно-строительной техникой при использовании систем глобального спутникового позиционирования // Известия КазГАСУ. – 2013. – №4 (26). [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-proizvoditelnosti-sistem-upravleniya-dorozhno-stroitelnoy-tehnikoy-pri-ispolzovanii-sistem-globalnogo-sputnikovogo> (дата обращения: 05.10.2023).
6. Закревський А.І., Вольвах В.С., Крупко А.І. 3D моделювання території аеропорту на базі ГІС технологій для забезпечення безпеки польотів // grade bitumens. 6. Бітуми нафтові дорожні в'язкі. – Технічні умови: ДСТУ 4044-2001. – [Чинний від 2002-01-01]. – К.: Государственный комитет строительства, архитектуры и жилищной политики Украины, 2001. – 10 с. – Национальный стандарт Украины. – С. 46.
7. Райкова Л.С., Петренко Д.А. Строительство автомобильных дорог на основе 3D-моделей // ООО «ИндорСофт». – 2014. – № 2(3). [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/stroitelstvo-avtomobilnyh-dorog-na-osnove-3d-modeley> (дата обращения 05.10.2023).
8. Отраслевой форум Autodesk «Цифровизация Аэропортов в 2021». «АМКАД». – 2021. [Электронный ресурс]. – URL: <https://amcad.ru/news/meropriyatiya/otraslevoy-forum-autodesk-tsifrovizatsiya-aeroportov-v-2021/> (дата обращения 10.10.2023).

УДК 628.3

ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ВОПРОСАХ ИНФОТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ И СЕЙСМОРАЗВЕДКИ НА МОРСКИХ СУДАХ

Мартынов Виктор Леонидович – доктор технических наук, профессор кафедры радиосвязи на морском флоте

Божук Николай Михайлович – кандидат технических наук, заведующий кафедрой радиосвязи на морском флоте

Панченко Михаил Вадимович – курсант

ФГБОУ ВО Государственный университет морского и речного флота
имени адмирала С.О. Макарова

Аннотация. В работе предлагается метод улучшения способов инфотелекоммуникаций и сейсморазведки посредством использования лазерных технологий. Представлен прибор с оптическим фильтром и описан принцип его работы, в качестве

фильтра предлагается использовать решётку Брэгга, из-за его особенности не пропускать определённую длину волны. Представленный способ существенно повысит достоверность и динамический диапазон данных при сейсморазведке и будет способствовать построению более корректной геолого-геофизической модели среды.

Ключевые слова: решётка Брэгга, сейсморазведка, брэгговская длина волны, лазерный излучатель, гидрофон, волоконно-оптическая линия связи, звуковая волна, подводные робототехнические комплексы, индикатор.

LASER TECHNOLOGIES IN ISSUES OF INFOTELECOMMUNICATIONS AND SEISMIC EXPLORATION ON MARINE VESSELS

Martynov Victor L. – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Radio Communications in the Navy

Bozhuk Nikolay M. – Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of Radio Communications in the Navy

Panchenko Mikhail V. – cadet.

Admiral S.O. Makarov State University of the Sea and River Fleet

Abstract. The paper suggests a method for improving seismic exploration methods using laser technologies. A device with an optical filter was presented and the principle of its operation was described, as a filter it was proposed to use Bragg grating due to its feature, it does not allow a certain wavelength to pass through. The presented method will significantly increase the reliability and dynamic range of seismic data and will contribute to the construction of a more correct geological and geophysical model of the environment.

Keywords: Bragg grating, seismic exploration, Bragg wavelength, laser emitter, hydrophone, fiber-optic communication line, sound wave, underwater robotic systems, indicator.

Реализация лазерных технологий в вопросах инфотелекоммуникаций на судах помогает в эффективном решении различных задач на морских акваториях, способных внести существенный вклад в обеспечении роста экономического благосостояния Российской Федерации. В настоящее время продолжается интенсивное освоение Арктического региона, богатого углеводородами и многими полезными ископаемыми. Все эти богатства залегают в труднодоступных районах на различных глубинах. Задача их нахождения заключается в проектировании и создании подводных робототехнических комплексов (РТК), имеющих на борту системы телекоммуникаций, функционирующие в различных физических полях – гидроакустическом, световом и электромагнитном. Существуют различные способы добывания информации в Мировом океане, например, системы сейсморазведки. В 2006 году был предложен способ морской поляризационной сейсморазведки, который основан на размещении акустических приёмников звуковых волн в водной среде [1]. Особенностью способа является синхронное излучение гидроакустических сигналов в диапазоне частот 2-5 кГц, их приём и регистрация группами сеймоприёмников по методике многократных перекрытий, а его недостатками – низкая достоверность и точность морской разведки, так как сеймоприёмники формируют аналоговый электрический сигнал, подверженный искажению электромагнитными наводками.

Главным недостатком существующих систем сейсморазведки является то, что они используют аналоговый сигнал для получения информации о наличии углеводородов и минералов в толще грунта на глубине [2]. Для решения данной проблемы его необходимо преобразовать в световой. Для этого предлагается механические колебания преобразователей гидрофона передавать на оптический фильтр, в качестве которого подойдёт решётка Брэгга (рис.). Решётка Брэгга облучается световым потоком оптического диапазона, с длинами волн $\Delta\lambda$ ($\Delta\lambda = 400...700 \text{ нм}$), формируемого лазерным излучателем с перестраиваемой длиной волны.

На рисунке показана конструкция прибора с оптическим фильтром, реализующего предложенный метод сейсморазведки [2]:

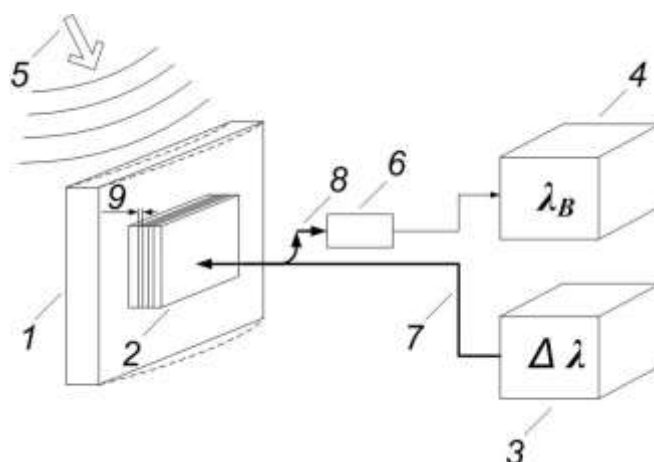


Рисунок – Конструкция прибора с оптическим фильтром

Обозначения:

- 1 – гидрофон (электромеханический преобразователь);
- 2 – оптический фильтр (решётка Брэгга);
- 3 – лазерный излучатель с перестраиваемой длиной волны;
- 4 – индикатор;
- 5 – направление прихода звуковой волны на гидрофон;
- 6 – фотодетектор;

7 – ВОЛС (волоконно-оптическая линия связи), по которой световой поток в оптическом диапазоне длин волн $\Delta\lambda$ подаётся на оптический фильтр;

8 – ВОЛС, по которой световой поток с длиной волны Брэгга λ_B поступает на фотодетектор;

9 – расстояние между интерференционными максимумами в решётке Брэгга.

Как следует из рисунка, решётка Брэгга облучается световым потоком лазерного излучателя. Все волны, за исключением одной, пропускаются ею к гидрофонам. Полное отражение претерпевает лишь одна волна, длину которой можно назвать λ_B – длиной волны Брэгга.

Зависимость длины волны Брэгга от деформации описывается уравнением [3]:

$$\lambda_B = 2 \cdot n_{эфф} \cdot d$$

где $n_{эфф}$ – эффективный показатель преломления света в волокне решётки Брэгга; λ_B – длина волны Брэгга; d – расстояние между интерференционными максимумами в оптоволокне решётки Брэгга в зависимости от деформации электромеханического преобразователя гидрофона.

В результате отражения ударной волны от пластов земной коры образуются волны 5, которые поступают на гидроакустические приёмники (гидрофоны), размещённые на РТК. Гидрофоны 1 выступают в роли датчиков, деформации которых передаются на решётку Брэгга 2, куда по волоконно-оптической линии связи 7 подаётся и световой поток с лазерного излучателя 3, после чего с прибора 2 световой поток с длиной волны λ_B по волоконно-оптической линии связи 8 поступает на фотодетектор 6 и преобразуется в «цифру». В цифровом виде полученный сигнал индицируется на индикаторе 4.

Даже слабая модуляция показателя преломления является достаточной для достижения почти полного отражения длины волны Брэгга λ_B , входящего составной частью в падающий световой поток.

Одним из основных факторов, от которых зависит брэгговская длина волны λ_B , является натяжение оптоволокна в решётке Брэгга [4]. В свою очередь это натяжение определяется степенью деформации гидрофона, которая зависит от коэффициента отражения углеводородов и минералов.

В фильтре претерпевает полное отражение только одна частота, соответствующая длине волны Брэгга, зависящая от коэффициента отражения геологического разреза породы земной коры, изменяющаяся в зависимости от типа грунта, поэтому длина волны света выступает в качестве информационного параметра.

Таким образом, лазерные технологии в создании морских систем и приборов, например, волоконно-оптических гидрофонов, обеспечивают [5,6] повышение достоверности данных, снижение взаимного влияния информационных каналов в сейсмических косах, широкий динамический диапазон получаемых данных сейсморазведки, построение более корректной геолого-геофизической модели среды, возможность получения цифрового сигнала с электромеханических датчиков.

Список литературы

1. Буриличев А.В., Ефременко С.В., Наумов Л.А., Рылов Н.И., Матвиенко Ю.В. Выполнение исследовательских работ на хребте Ломоносова в Северном Ледовитом океане с использованием автономного необитаемого подводного аппарата «Клавесин // Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики» РАН: материалы IX Всероссийской конференции «ГА-2008». – 2008. – С. 22-28.
2. Джеффри Толл. Подводные лодки и подводные аппараты. Москва, ЭКСМО, 2004.
3. Пашин В.М. Судостроение – основа морской деятельности // Арсенал. – 2010. – № 4(22).
4. Мартынов В.Л. Особенности подводного поиска объектов с помощью подводных аппаратов // Вопросы оборонной техники. – Серия 16. – 2007. – Вып. 11-12. – С.28-33.
5. Мартынов В.Л., Маловичко Г.А. Разработка методов повышения эффективности классификации и распознавания малоразмерных целей при совместном использовании гидроакустических и телевизионных средств // Известия Российской Академии ракетных и артиллерийских наук. – 2008. – Вып. 2 (56). – С. 52-55.
6. Дикарев В.И., Заренков Д.В., Заренков В.А. Методы и средства обнаружения объектов в укрывающихся средах. – СПб.: Наука и техника, 2004. – 280 с.

УДК 623.82

ПОМЕХА ОБРАТНОГО РАССЕЯНИЯ КАК ФАКТОР, ОГРАНИЧИВАЮЩИЙ ИНФОТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ В ГИДРОСФЕРЕ

Мартынов Виктор Леонидович – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры радиосвязи на морском флоте

Чизак Алина Константиновна – курсант

Сбродова Анастасия Константиновна – курсант

*ФГБОУ ВО Государственный университет морского и речного флота
имени адмирала С.О. Макарова*

Аннотация. Телевизионные системы подводного видения, устанавливаемые на подводных аппаратах (ПА), играют значительную роль в вопросах инфотелекоммуникаций, обеспечивая достоверной информацией корреспондентов о подводной обстановке. Однако в их эксплуатации имеются существенные ограничения, связанные с ослаблением светового потока осветителей, обеспечивающих получение видеосюжетов телекамерами. К числу подобных ограничений относят так называемую помеху обратного рассеяния (ПОР),

образующуюся вследствие отражения подсветки оптическими ингредиентами в толще воды. Рассмотрим более подробно данное явление, ограничивающее инфотелекоммуникации в гидросфере.

Ключевые слова. помеха обратного рассеяния, световое излучение, подводный аппарат, гидрооптика, система технического зрения, контраст изображения, телевизионная система, дальность видимости.

BACKSCATTERING INTERFERENCE AS A FACTOR THAT LIMITS INFOTELECOMMUNICATIONS IN THE HYDROSPHERE

Martynov Victor L. – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Radio Communications in the Navy

Chigak Alina K. – cadet

Sbrodova Anastasia K. – cadet

Admiral S.O. Makarov State University of the Sea and River Fleet

Abstract. Underwater vision television systems installed on underwater vehicles (UVs) play a significant role in information and telecommunications issues, providing correspondents with reliable information about the underwater situation. However, in their operation there are significant limitations associated with the weakening of the luminous flux of the illuminators, which ensure that television cameras receive video footage. Such limitations include the so-called backscatter interference (BSI), which is formed due to the reflection of the illumination by optical ingredients in the water column. Let us consider in more detail this phenomenon that limits information and telecommunications in the hydrosphere.

Keywords. backscattering interference, light radiation, underwater vehicle, hydro optics, vision system, image contrast, television system, visibility range.

Качество видеoinформации в рассеивающей среде, и особенно в воде, зависит от расстояния. Максимальная дальность, которую могут на сегодняшний день обеспечить камерные установки на подводных аппаратах (ПА) для черно-белого канала, составляет $0,7 \cdot z_0$, где z_0 – дальность видимости стандартного белого диска диаметром 300 мм (диска Секки) под водой. В зависимости от показателя ослабления водной среды ε дальность видимости по черно-белому каналу, как показывает опыт эксплуатации средств подводного телевидения, колеблется от 5 до 18...20 метров.

Необходимо установить причины, влияющие на дальность действия системы подводного видения. От того, насколько эффективно можно их уменьшить, зависит возможность реализации интегральной системы оценки подводной обстановки на ПА. Для этого проанализируем, от чего зависит дальность видимости под водой средствами телевидения, являющимися основным средством инфотелекоммуникаций на подводных аппаратах.

ПОР значительно ухудшает условия наблюдения под водой, что особенно хорошо видно на рисунке 1:

Такая картина, к счастью, является редкой и представляет собой следствие неправильного расположения светильников и телевизионных камер. В образовании «световой дымки», снижающей контраст изображения, участвует весь объем воды, освещенной источником света в пределах конуса зрения.

Именно задачу снижения ПОР необходимо исследовать более углубленно, чтобы найти пути повышения дальности видимости систем подводного видения и, соответственно, улучшить возможности инфотелекоммуникаций. Для этого, в первую очередь, следует составить математическую модель зависимости ПОР от технических характеристик систем видения. Эта зависимость должна содержать угол поля зрения телевизионной системы.



Рисунок 1 – Помеха обратного рассеяния при подводном наблюдении объектов. Камерная установка и светильники ПА находятся рядом и не разнесены в пространстве

На рисунке 2 показано фото, полученное при обследовании подводным аппаратом затонувшей ПЛ «Комсомолец». Телевизионная камера находится примерно в 4...5 метрах от боевой рубки ПЛ. Светильники ПА освещают левый борт ПЛ «Комсомолец». Здесь видно, как вуалирующая дымка влияет на дальность видимости под водой: за пределами рубки практически ничего не видно. Белые точки в левой части кадра представляют собой планктон, отражающий свет прожекторов и создающий помеху обратного рассеяния. Так как водная среда всегда содержит оптические неоднородности, отражающие свет, то при использовании подводных светильников эффект рассеяния света вызовет на расстоянии D образование вуалирующей дымки яркостью L_0 . Яркость этой вуалирующей дымки обозначают $L_{ПОР}$. Она приводит к уменьшению видимого контраста – контраста изображения, то есть контраста, наблюдаемого на расстоянии D от объекта.



Рисунок 2 – Вуалирующая дымка не позволяет рассмотреть зону за рубкой подводного аппарата

Это можно доказать математически. Контраст изображения $K_{из}$ выражает диапазон яркостей в изображении (на экране) и численно равен:

$$K_{из} = \frac{L_{max}}{L_{min}}, \quad (1)$$

где $K_{из.}$ – контраст изображения при отсутствии ПОР, L_{max} , L_{min} – экстремальные значения яркости.

Таким образом, выражение (1) есть отношение максимальной яркости в поле зрения к минимальной.

Контраст изображения определяется не только характеристиками телевизионной системы, но и внешними условиями: $L_{ПОР}$ – помехой обратного рассеяния, ε – показателем ослабления водной среды. Контраст изображения, влияющий на возможности инфотелекоммуникаций, при наличии дополнительной (внешней) засветки $L_{ПОР}$ может быть определен из выражения:

$$K' = \frac{L_{max} + L_{ПОР}}{L_{min} + L_{ПОР}} = \frac{\frac{L_{max}}{L_{min}} \cdot (L_{max} + L_{ПОР})}{L_{min} \cdot (L_{min} + L_{ПОР})} = \frac{L_{max} \cdot \left(1 + \frac{L_{ПОР}}{L_{max}}\right)}{L_{min} \cdot \left(1 + \frac{L_{ПОР}}{L_{min}}\right)} = \frac{L_{max}}{L_{min}} \cdot \frac{1 + \frac{L_{ПОР}}{L_{max}}}{1 + \frac{L_{ПОР}}{L_{min}}}, \quad (2)$$

где K' – контраст в изображении при дополнительной внешней засветке $L_{ПОР}$.

Так как $L_{max} \gg L_{min}$, то: $\frac{L_{ПОР}}{L_{max} L_{min}}$, откуда следует, что $\frac{1 + \frac{L_{ПОР}}{L_{max}}}{1 + \frac{L_{ПОР}}{L_{min}}} < 1$.

Следовательно, $K' < K_{из.}$, то есть наличие ПОР снижает контраст изображения. Это хорошо видно на рисунке 3:

ПОР, ухудшая условия видимости, влияет на дальность телевизионных систем. Это следует из того, что снижение контраста изображения неизбежно повлечет за собой уменьшение глубины модуляции в изображении, что видно на рисунке 4.



Рисунок 3 – Помеха обратного рассеяния снижает контраст изображения

Показатель ослабления воды в бассейне на верхнем фото рисунка 4 составляет $\varepsilon = 0,2$ м⁻¹. Замер производился измерителем прозрачности ИП-1, разработанным в ФГБУН «Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН». После введения в воду бассейна примесей (раствор йода) показатель ослабления составил $\varepsilon = 0,4$ м⁻¹ (нижнее фото рис. 4).

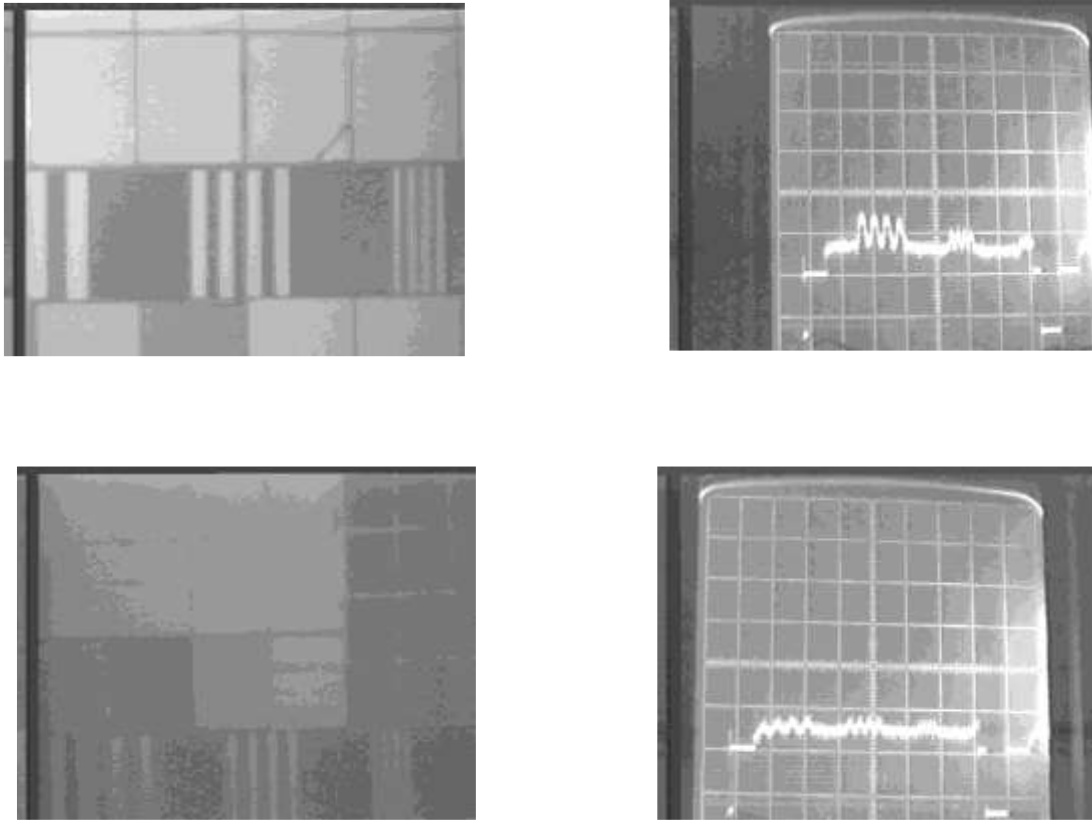


Рисунок 4 – Изменение модуляции объекта, вызванное изменением его контраста

За счет увеличения состава примесей в воде возросло рассеяние светового потока на оптических неоднородностях, что привело к перераспределению максимальной и минимальной яркостей на тест-объекте (штрихи миры):

$$M = \frac{L_{\max} - L_{\min}}{L_{\max}} = \frac{L_{об.} - L_{ф.}}{L_{об.}}, \quad (3)$$

где M – модуляция видеосигнала на осциллограмме.

Так как приемное устройство регистрирует разность энергий оптического диапазона, отраженных объектом и фоном, то перераспределение яркостей между объектом и фоном (то есть уменьшение L_{\max} и увеличение L_{\min}) привело к уменьшению глубины модуляции видеосигнала.

Сказанное подтверждается и математически. Модуляция видеосигнала и контраст изображения связаны пропорциональной зависимостью:

$$\frac{K_{из.}}{K_{об.}} = \frac{m'}{m}, \quad (4)$$

где $K_{из.}$ – контраст изображения, $K_{об.}$ – контраст объекта, m' – глубина модуляции в изображении, m – глубина модуляции объекта.

Из формулы (4) видно, что между контрастом изображения и глубиной модуляции в изображении пропорциональная зависимость.

Заключение. С учётом полученных аналитических результатов можно заключить, что помеха обратного рассеяния снижает контраст изображения, что вызывает уменьшение глубины модуляции объекта в изображении на экране. В свою очередь уменьшение глубины модуляции является следствием уменьшения дальности действия подводной системы

видения, так как чтобы восстановить модуляцию изображения объекта, необходимо к нему либо приблизиться, либо разнести в пространстве источники подсветки и телекамеры.

Список литературы

1. Соколов О.А. Видимость под водой. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 232 с.
2. Очаковский Ю.Е., Копелевич О.В., Войтов В.И. Свет в море. – М.: Наука, 1970. – 175 с.
3. Долин Л.С., Левин И.М. Справочник по теории подводного видения. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 230 с.
4. Мартынов В.Л. Концепция развития подводного телевидения // Моринтех: материалы 6-ой Международной конференции по морским интеллектуальным технологиям. СПб.: МТУ, 2005. – С. 32-37.
5. Научно-технический отчет: Перспективные осветительные установки подводных телевизионных систем дальнего наблюдения. СПб.: ФГУП «НИИТ», 1998.
6. Шифрин К.С. Рассеяние света в мутной среде. М., Л.: Гостехиздат, 1951. – 288 с.
7. Мартынов В.Л., Дорошенко В.И., Божук Н.М., Шиманская М.С., Кречетова Э.В. Совершенствование телекоммуникаций в гидросфере на базе волоконно-оптических технологий // Информатизация и связь. – 2022. – № 1. – С. 61-67.

УДК 629.73

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ В АВИАЦИОННОЙ ОТРАСЛИ. ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НА АВИАПРЕДПРИЯТИЯХ РФ СПЕЦИАЛЬНОГО АЭРОДРОМНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Монгуш Тигран Русланович – магистрант

Попов Вячеслав Александрович – кандидат экономических наук, доцент кафедры аэропортов и авиоперевозок

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова

Аннотация. Рассмотрены решения вопроса по обретению независимости российского рынка от импортной продукции в сфере специального аэродромного оборудования, в частности, средств измерения коэффициента сцепления. Описаны соответствие международным стандартам и преимущества данных устройств отечественного производителя, а также нововведения в технологии измерения данного параметра.

Исследования основаны на методиках проведения испытаний новейшего специального оборудования отечественного производителя. Данные методики основаны на требованиях к аэропортам и аэродромам на территории РФ, установленных Росавиацией, а также международными требованиями ICAO Doc 9137 AN/898 и стандартам ASTM E 2340, Advisory Circular AC 302-017.

В результате исследований определено, что передовые устройства измерения коэффициента сцепления, АТТ-3 и АТТ-4 отечественного производства должны стать хорошей заменой имеющимся и используемым в настоящее время на аэродромах Российской Федерации.

Ключевые слова: импортозамещение, коэффициент сцепления, специальное аэродромное оборудование, аэродромная тормозная тележка, новейшее оборудование отечественного производства, соответствие международным требованиям, отечественный производитель, экономическая составляющая.

IMPORT SUBSTITUTION IN THE AVIATION INDUSTRY. EXPEDIENCY OF USING SPECIAL AIRFIELD EQUIPMENT PRODUCED BY DOMESTIC MANUFACTURER AT RUSSIAN AVIATION ENTERPRISES

Mongush Tigran R. – graduate student, St. Petersburg State University of Civil Aviation named after Air Chief Marshal A.A. Novikov

*Popov Vyacheslav Al. – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor at the Department of «Airports and Air Transportation»
St. Petersburg State University of Civil Aviation*

Abstract. Solutions of gaining independence of the Russian market from imported products within the special airfield equipment will be considered further in the text, in particular in the field of measuring the surface friction coefficient. It will be described compliance with international standards and advantages of these devices from the domestic manufacturer, as well as innovations in the technology of measuring this parameter.

The research is based on the methods of testing the latest domestic equipment. These methods have been developed in accordance with legal requirements for airports and airfields in the Russian Federation, established by Russian authority, as well as international requirements of ICAO Doc 9137 AN/898 and standards ASTM E 2340, Advisory Circular AC 302-017. The detailed research has shown that advanced domestic devices for measuring the coefficient of surface friction such as ATT-3 and ATT-4 can substitute the existing and currently used foreign equipment at airfields of the Russian Federation.

Keywords: substitute imports, coefficient of surface friction, special airfield equipment, friction measuring equipment, latest domestic equipment, legal requirements, domestic manufacturer, economic cost.

Развитие экономики и промышленности любого государства, как правило, направлено на создание четкой взаимодействующей структуры и конкурентоспособной среды с применением различных механизмов воздействия на внутренние составляющие каждого сегмента.

Курс на «импортозамещение» был взят в целях обретения независимости российского рынка от ввозимой в страну иностранной продукции, предпринимался ряд мероприятий по реструктуризации и переоснащению предприятий для увеличения производительности. С 4 августа 2015 года началось создание правительственных комиссий по «импортозамещению» в России.

Актуальность работы прослеживается в необходимости приобретения независимости российского рынка от ввозимой в страну иностранной продукции. Комплекс мероприятий по решению данной задачи в авиационной отрасли имеет решающее значение для поддержания приемлемого уровня и достижения заданных уровней безопасности. В частности, для важнейших этапов полета воздушного судна - взлета и посадки – необходимо наличие точного и надежного оборудования для оценки сцепления с искусственным покрытием взлётно-посадочной полосы.

Аэродромная тормозная тележка – это специальное аэродромное оборудование, предназначенное для определения коэффициента сцепления, созданное в целях обеспечения эксплуатационной годности поверхностей, как лётных полос, так и лётного поля в целом.

Всем известный факт: наличие осадков и утолщений на взлётно-посадочной полосе являются обстоятельствами, запрещающими совершение взлетно-посадочных операций и угрожающими безопасности полётов, как следствие, приводящим к нарушению графика и регулярности полетов. Самым очевидным негативным последствием может стать выкатывание воздушного судна за границы ВПП.

В настоящее время не существует общепризнанных процедур разработки методов и средств применения устройств измерения сцепления. Государства пошли по пути разработки

методов и средств в привязке к местным условиям и располагаемому парку устройств измерения сцепления. Некоторые из них разработали процедуры для контроля связанных с этим факторов неопределенности и одобрили конкретные устройства измерения сцепления [1,2].

С учетом возрастающих потребностей и возможностей внедрения в измерительный процесс инновационных технологий и методов, на данный момент АО «Опытный Завод № 31 ГА» уже разработал новейшее специальное аэродромное оборудование для определения коэффициента сцепления – это тормозные тележки АТТ-3 и АТТ-4, которые при их применении дают улучшенные показатели о фактических свойствах искусственного покрытия относительно применяемой АТТ-2М, сохранив весь полезный функционал и приумножив его современными требованиями авиационных правил и технологий.

На сегодняшний день АТТ-3 и АТТ-4 успешно прошли заводские испытания и подготавливаются к проведению ведомственных сертификационных испытаний, после которых получают возможность поставки для использования в заинтересованные аэродромные службы авиапредприятий страны. Методики проведения испытаний основаны на требованиях к аэропортам и аэродромам на территории РФ, установленных Росавиацией, а также международных требованиях ICAO Doc 9137 AN/898 part 2 и стандартах ASTM E 2340, Advisory Circular AC 302-017. По этим причинам можно с уверенностью сказать: данные средства измерения должны стать хорошей заменой имеющимся и используемым в настоящее время на аэродромах РФ. Особенно это актуально в условиях нехватки ремонтных запчастей для импортного оборудования.

Основные инновационные технологии АТТ-3 и АТТ-4 заключаются в программном обеспечении блоков регистрации и в использовании реперных точек спутниковых навигационных систем.

Регистратор Коэффициента Сцепления (РКС), представляет из себя аппаратно-программный комплекс из промышленного планшетного компьютера и блока датчиков. Он позволяет в полностью автоматическом режиме выполнить необходимые измерительные операции на объекте измерения.

Спутниковая привязка позволяет четко определить точку начала и окончания замеров коэффициента сцепления, зафиксировать точную дату и время проведения измерений, что повышает точность измерений и определения причин возможных инцидентов.

Существенным преимуществом новых АТТ перед импортным оборудованием для российских аэродромов, является экономическая составляющая. Они уникальны в том, что позволяют полноценно работать как со старым оборудованием, так с инновационным передовым. Конструкция спроектирована таким образом, что предусматривается возможность подключения для измерения имеющегося у пользователей оборудования, которое хоть и снято с производства, но по своему функционалу и достоверности выдаваемой информации может быть использовано [3-7].

Таким образом, АТТ-3 и АТТ-4 являются оптимальной перспективой в целях поддержания необходимого уровня безопасности полётов.

Список литературы

1. Проектирование и эксплуатация аэродромов. Приложение 14. Издание 9. – Монреаль: ИКАО. – 2022. – Т. I. – 384 с.
2. Состояние поверхности ВПП: оценка, измерение и представление данных. Циркуляр ИКАО 329. – Монреаль: ИКАО. – 2012. – 92 с.
3. Официальный сайт Министерства транспорта России. [Электронный ресурс]. – URL: <https://mintrans.gov.ru> (дата обращения 10.04.2023).
4. Официальный сайт ФАВТ «Росавиация». [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.favt.ru> (дата обращения 10.04.2023).
5. Проблемы импортозамещения и выявление факторов, влияющих на формирование стратегии импортозамещения на производственных предприятиях. [Электронный ресурс]. –

URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_24227960_85563638.pdf (дата обращения 10.04.2023).

6. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 25.08.2015 № 262 «Об утверждении Федеральных авиационных правил «Требования, предъявляемые к аэродромам, предназначенным для взлета, посадки, руления и стоянки гражданских воздушных судов». [Электронный ресурс]. – URL: <https://base.garant.ru/71220192/> (дата обращения 10.04.2023).

7. Официальный сайт «АО «Опытного Завода №31 ГА». Проспекты, презентации и другие, необходимые технические материалы и данные о специальном аэродромном оборудовании, предоставленные для изучения и написания данной работы. [Электронный ресурс]. – URL: <https://zavod31ga.ru/> (дата обращения 10.04.2023).

УДК 629.73

ОТЕЧЕСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО УНИВЕРСАЛЬНЫХ СРЕДСТВ НАЗЕМНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ДЛЯ БУКСИРОВКИ СРЕДНЕМАГИСТРАЛЬНЫХ ВС ОТЕЧЕСТВЕННОГО И ИМПОРТНОГО ПРОИЗВОДСТВА, В РАМКАХ РЕАЛИЗАЦИИ КУРСА ПРАВИТЕЛЬСТВА ПО ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЮ В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

Кичигин Максим Сергеевич – магистрант

Попов Вячеслав Александрович – кандидат экономических наук, доцент кафедры аэропортов и авианперевозок

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова

Аннотация. Показан альтернативный способ оснащения средствами наземного обеспечения буксировок воздушных судов на территории аэродрома. Проведен анализ имеющихся предложений средств наземного обеспечения для буксировочных работ воздушного судна. Изучены потребности и ожидания ведущих аэропортов и кластеров в области отечественных средств наземного обеспечения для буксировки и обосновано производство отечественных средств наземного обеспечения для буксировки. Проанализировали покупательские способности аэропортов РФ путем изучения закупок на электронном сервисе «Контур-сервис». Показана целесообразность и актуальность решения проблемы оснащения отечественными средствами обеспечения для буксировки воздушного судна.

Ключевые слова: буксировочное водило, импортозамещение, производство.

DOMESTIC PRODUCTION OF UNIVERSAL ADVANCED FOR TOWING MEDIUM-RANGE ACFT OF DOMESTIC AND IMPORTED PRODUCTION, WITHIN THE FRAMEWORK OF IMPLEMENTATION OF THE GOVERNMENT COURSE ON IMPORT SUBSTITUTION IN CIVIL AVIATION

Kichigin Maxim S. – graduate student, St. Petersburg State University

Popov Vyacheslav Al. – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of Cathedra 23 «Airports and Air Transportation»

St. Petersburg State University of Civil Aviation

Abstract. As part of writing this work, an alternative method of equipping ground support equipment for towing aircraft on the airfield was shown. An analysis of the available proposals for ground support equipment for aircraft towing operations was carried out. The needs and expectations of leading airports and clusters in the field of domestic ground support facilities for towing were studied. Justified the production of domestic ground support equipment for towing. We analyzed the purchasing power of airports in the Russian Federation by studying purchases on the electronic service «Kontur-service». The feasibility and relevance of solving the problem of equipping domestic means of support for towing an aircraft is shown.

Keywords: towing carrier, import substitution, production.

Средство буксировки – это жёсткое сцепное устройство для перемещения воздушного судна по поверхности под действием усилия внешнего источника (обычно специального тягача). Также иногда применяется гибкая сцепка. Она используется для вытягивания ВС из вязкого грунта и в иных случаях, когда усилия на носовой стойке шасси воздушного судна могут превысить конструктивно ограниченные значения. Все операции по буксировке производятся согласованно по команде старшего буксировочной бригады. Между членами бригады и водителем тягача поддерживается связь с помощью радиостанций и/или визуально. Один человек обязан находиться в кабине воздушного судна для того, чтобы в случае чего остановить самолет путем включения «стояночного тормоза» [1].

К сожалению, на данный момент в Российской Федерации производителей отечественных средств наземного обслуживания (далее – СНО) для буксировки ВС крайне мало, сертифицированных и рекомендованных под стратегический проект «SSJ-NEW» – отсутствуют вообще. Решение, представленное в данной работе, позволит путем внедрения унифицированного буксировочного водила со сменными оголовками, осуществлять буксировку всех типов ВС бизнес-авиации, среднемагистральных ВС отечественного и импортного производства, а также ВС типа A320 Family и Boeing 737 Family.

В рамках написания этой работы показана необходимость решения данной проблемы, ее экономическая целесообразность при внедрении, реализация курса развития технологического суверенитета в гражданской авиации РФ путем отечественного (собственного) опытного производства.

На данный момент в России производят отечественное водило для буксировки ВС незначительное количество компаний. Стоит отметить, что минимальное количество российских производителей сертифицированы, аффилированы и занесены в Aircraft Technical Manual SSJ-100 и MC-21.

Каждое воздушное судно должно обслуживаться сертифицированным оборудованием строго в соответствии с рекомендованной технологией производителя ВС и технологиями работы эксплуатанта. Буксировка не является исключением и буксировочные водила, используемые для этих целей, требуют также соответствующей сертификации и рекомендаций авиапроизводителя. В текущей ситуации, ввиду напряженной геополитической обстановки в мире – это не всегда экономически целесообразно. Универсальность внедряемого устройства заключается еще и в том, что оно позволяет эксплуатировать в аэропорту меньшее количество водил со сменными оголовками, позволяющими обслуживать несколько типов самолетов, не покидая перрона. При опытном производстве и сертификации СНО для буксировки, благодаря заключенному договору № NDA с ПАО «Иркут», ведется прямой диалог с разработчиком ВС типа RRJ-100 NEW и MC-21. В рамках реализации «Постановления Правительства РФ № 303» и «Постановления Правительства РФ № 1693-Р» [2,3] такое решение принесет соответствующую как экономическую, так и производственную выгоду как аэропорту, так и авиакомпании в целом. Особенности текущей ситуации на экономическом рынке довольно таки жесткие. Когда были введены санкции против России в связи с дестабилизацией геополитической ситуации у всех отечественных аэропортов, авиакомпаний и авиапроизводителей сложился острый дефицит в СНО ВС и комплектующих, соответственно.

Реальное и оперативное импортозамещение чрезвычайно важно, потому как в сложившихся условиях очень трудно эксплуатировать данные типы ВС, и заключается оно в том, чтобы обеспечить отечественных эксплуатантов и аэропорты необходимым оборудованием и прочим для поддержания уровня технической оснащенности для выполнения технологического процесса обслуживания ВС на всех этапах и бесперебойного функционирования авиапредприятия.

В рамках написания данной работы предложено производство СНО для буксировки средств, поскольку пройден путь реального оперативного импортозамещения в области ГА от разработки до натуральных испытаний на производстве и последующей опытной эксплуатации.

Для реализации курса импортозамещения, определенного Правительством РФ, подписано беспрецедентное соглашение на поставку 339 самолетов отечественного производства между ПАО «Аэрофлот» и ПАО «ОАК».

В соответствии с соглашением в 2023-2030 годах группа «Аэрофлот» получит на условиях лизинга 210 самолетов типа МС-21, 89 SSJ-NEW (импортозамещенная версия SSJ100) и 40 Ту-214. Предполагается, что в 2023 году будут поставлены первые два SSJ-NEW, начиная с 2024 года планируется поставка первых шести МС-21 и семи Ту-214. Главная задача заключается в том, чтобы обеспечить данное количество ВС на земле и на сервисе надежным и качественным оборудованием СНО ВС отечественного производства. Необходимость в обеспечении стабильности в поставках нового оборудования и обслуживании уже имеющегося, а также приемлемых ценовых условий, должны учитываться и логистические составляющие с учетом геолокаций каждого объекта и минимизации сроков по сервисному обслуживанию СНО. Это позволит решить проблему производства отечественных универсальных буксировочных водил для ВС различного типа (рисунок).

Тип воздушного судна	Вместимость, человек	2022 год	2023 год	2024 год	2025 год	2026 год	2027 год	2028 год	2029 год	2030 год	Всего, единиц
Самолеты:											
SSJ-NEW	98-103	-	2	20	20	20	20	20	20	20	142
МС-21-310	181-211	-	-	6	12	22	36	50	72	72	270
Ил-114-300	64-68	-	-	2	8	12	12	12	12	12	70
Ту-214	150-215	-	3	7	10	10	10	10	10	10	70
Ил-96-300	237-300	-	-	-	2	2	2	2	2	2	12
ТВРС-44 «Ладога»	44	-	-	-	15	25	25	25	25	25	140
Л-410	15-19	18*	20	20	20	20	20	20	20	20	178*
«Байкал» (ЛМС-901)	9	-	-	14	25	25	25	25	25	25	154
Итого:		18*	25	69	102	136	150	164	186	186	1036*
Вертолеты:											
Ансат	7-8	20	23	25	19	22	23	23	23	23	201
Ми-171А2	24	4	6	6	7	7	7	8	10	11	66
Ка-32А11М	13	-	4	5	6	5	5	5	4	3	37
Ка-62	15	-	-	-	11	11	14	16	18	20	90
Ми-38	30	4	4	1	5	5	5	5	5	5	39
Ми-171А3	24	-	5	6	6	7	7	7	6	5	49
Ми-8МТВ-1	26	39	27	24	5	5	5	5	5	5	120
Ми-8АМТ	26	24	42	30	10	10	10	10	10	10	156
Ми-26Т2/ТС	82	-	1	1	-	-	1	1	1	-	5
Ка-226	6-7	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Итого:		91	113	98	69	72	77	80	82	82	764

Рисунок – Прогнозные показатели поставок авиационной техники отечественного производства по годам

В настоящий момент в Северо-Западном Федеральном Округе РФ в связи с увеличивающейся в последние годы потребностью у организаций – производителей активно наращиваются производственные мощности для производств СНО. Также заключаются соглашения ПАО «Иркут» с производителями СНО ВС, что эффективным образом оказывает влияние на повышение уровня развития и локализации производства в конкретных городских агломерациях. С точки зрения становления и укрепления технологического суверенитета в области Гражданской Авиации в России ключевыми задачами являются:

- обеспечение отечественным СНО эксплуатантов;
- обеспечение качественного и безопасного наземного обслуживания;
- реальное производственное импортозамещение;
- стабильное, своевременное обеспечение эксплуатантов;
- оптимизация затрат путем внедрения универсальных СНО для буксировки.

В настоящее время ряд компаний ООО «РОССТТ» и ООО «КОМПАНИЯ СФЕРА» не только разработали конструкторскую документацию, но и начали опытное производство, а также достигли соглашений о возможности сертификации через опытную эксплуатацию на базе ПАО «ИРКУТ» на аэродроме Жуковский. Примечателен также тот факт, что все необходимое сырье и комплектующие для планируемого серийного производства являются 100% отечественными. Все вышепредставленное позволяет сделать вывод о возможности выстраивания наиболее технологичных и простых в реализации логистических цепочек, и маршрутов для послепродажного и сервисного обслуживания буксировочных водил, а также вести контроль и регулировать стоимость готового СНО для буксировки за счет возможности субсидирования по договоренностям и поддержке на государственном уровне, как перспективного и стратегически важного производственного продукта.

Применение данного оборудования позволит сохранить строгие требования к технологичности, безопасности и эффективности обслуживания ВС, а также повысить экономическую и сырьевую защищенность эксплуатантов ГА. Прошедший год показал, насколько сильным может быть дефицит СНО и отсутствие соответствующих отечественных разработчиков-производителей, реализующих развитие. Такие крупные компании, как ОАК, ПАО «Аэрофлот», «Волга-Днепр» уже выразили готовность активно закупать и внедрять в эксплуатацию СНО для буксировки отечественного производства.

В ходе выполнения аналитической части данной работы был проведен и выполнен сбор статистических данных для последующего сравнительного анализа в области закупок буксировочных СНО. Согласно официальным данным электронной торговой площадки «Росэлторг» за прошедший год было проведено 9 закупок СНО для буксировки в отечественных аэропортах [4]. Диапазон цен составил от 325 тыс. руб до 634 тыс. руб в августе 2023 года. Среди всех заказчиков (табл.) можно выделить следующие организации:

- АО «Аэропорт Горно-Алтайск»;
- АО «Международный аэропорт «Махачкала»»;
- ООО «Воздушные Ворота Северной Столицы»;
- АО «Международный Аэропорт Иркутск».

Таблица – Ценовое предложение от разных организаций

Дистрибьютор	Цена закупки	Тип ВС
ООО "Аккорд-Авиа"	325 364,00	SSJ 100
ООО "ПАРТ Импорт"	413 212,28	
ООО "Техкомцентр"	400 448,00	
ООО "ПАРТ Импорт" P/N J-TOWVERSA 3 JMS	568 164,00	B737Family
		A320Family
ООО «Мульти Парте Солюшн»	634 998,00	A320Family
		B737Family
	524 336,60	A320Family
		B737Family

Стоит отметить, что отечественные СНО для буксировки дешевле, сроки поставки готового СНО и сервисное обслуживание производятся оперативнее, нежели у представителей иностранных производителей. В настоящее время ряд компаний-производителей в г. Санкт-Петербург выразили готовность оперативно поставлять отечественное СНО для буксировки воздушного судна эксплуатантам, поскольку производство находится на территории РФ. С учетом того, что используемое сырье является отечественным, у них есть возможность предлагать более стабильные условия поставки, обслуживания и ремонта буксировочных водил.

С целью определения текущего состояния рынка СНО ВС для буксировки и перспектив такого решени, был проведен анализ и сбор данных относительно рынка СНО ВС для буксировки до производственной реализации идеи, сертификации через опытную эксплуатацию и внедрение буксировочного универсального водила со сменными оголовками.

В настоящее время Правительством РФ поставлен вопрос о наращивании отечественных производств в области гражданской авиации. Внедрение предложенного СНО для буксировки ВС обладает рядом преимуществ, в том числе и экономическое, и техническое, причем как аэропортам, так и авиакомпаниям, поскольку весь сервис от продажи до обслуживания прозрачен и технически возможен в реализации без привлечения импортных компонентов и их производителей и может быть урегулирован и налажен непосредственно на территории РФ. В конечном счете себестоимость отечественного СНО получится значительно ниже импортного.

СНО ВС – это прежде всего надежное, качественное и сертифицированное оборудование. Для соответствия этим критериям, а также укрепления суверенитета РФ в области производства авиационного и аэродромного оборудования важным аспектом остается движение в направлении наращивания отечественного производства. Обязательным условием для реализации любых технических решений по поддержанию наземного обслуживания ВС на требуемом уровне остаётся обеспечение безопасности и технологичности эксплуатации и наземного обслуживания ВС в строгом соответствии рекомендаций разработчиков и производителей ВС.

Список литературы

1. Приказ Минтранса РФ от 20.06.1994 N ДВ-58 (ред. от 30.11.1995) "Об утверждении «Наставления по технической эксплуатации и ремонту авиационной техники в гражданской авиации России. НТЭРАТ ГА-93». [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.roseltorg.ru/> (дата обращения 15.10.2023).

2. Постановление Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. N 303 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие авиационной промышленности» (с изменениями и дополнениями). [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.roseltorg.ru/> (дата обращения 15.10.2023).

3. Распоряжение Правительства РФ от 25.06.2022 N 1693-р (ред. от 22.08.2023) «Об утверждении комплексной программы развития авиационной отрасли Российской Федерации до 2030 года» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.roseltorg.ru/> (дата обращения 15.10.2023).

4. Электронная торговая площадка «Росэлторг» – крупнейший оператор электронных торгов для государственных и коммерческих заказчиков. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.roseltorg.ru/> (дата обращения 15.10.2023)

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ ПОДХОД РАЦИОНАЛЬНОГО ВНЕДРЕНИЯ БОРТОВОЙ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ В ВЫСОКОАВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО

Сафиуллин Равиль Нуруллович – доктор технических наук, профессор кафедры транспортно-технологических процессов и машин

Ефремова Виктория Александровна – аспирант кафедры транспортно-технологических процессов и машин

Караваяев Никита Андреевич – студент кафедры транспортно-технологических процессов и машин

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II»

Аннотация. Внедрение бортовых информационно-управляющих систем в состав транспортного средства обеспечивает процесс взаимодействия транспортного средства с элементами дорожной инфраструктуры. Однако на данный момент не разработан метод подбора рационального состава бортовых информационно-управляющих систем транспортного средства. Для оценки эффективности внедрения бортовых информационно-управляющих систем предлагается использовать многокритериальный подход, отражающий влияние внедряемого оборудования на системы транспортного средства. Предложенный подход позволит проводить мониторинг технического состояния транспортного средства и оптимизировать процесс его управления.

Ключевые слова: бортовая информационно-управляющая система, метод комплексной оценки бортовых систем, грузовой транспорт, высокоавтоматизированное транспортное средство, критерии эффективности, мониторинг технического состояния, интеллектуальные транспортные системы.

SUBSTANTIATION OF REQUIREMENTS FOR ON-BOARD INFORMATION AND CONTROL SYSTEM IN HIGHLY AUTOMATED VEHICLE

Safiullin Ravil N. – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Transport and Technological Processes and Machines

Efremova Viktoria Al.– Postgraduate student of the Department of Transport and Technological Processes and Machines

Karavaev Nikita An. – student of the Department of Transport and Technological Processes and Machines

Saint-Petersburg Mining University

Abstract. The introduction of on-board information and control systems into the vehicle ensures the process of interaction of the vehicle with the elements of the road infrastructure. However, at the moment, no method has been developed for selecting the rational composition of on-board information and control systems of the vehicle. To assess the effectiveness of the implementation of on-board information and control systems, it is proposed to use a multi-criteria approach reflecting the impact of the equipment being implemented on the vehicle systems. The proposed approach will allow monitoring the technical condition of the vehicle and optimize the process of driving a vehicle.

Keywords: on-board information and control system, method of integrated assessment of on-board systems, cargo transport, increasing the efficiency of cargo transport use, efficiency criteria, monitoring of technical condition, intelligent transport systems.

С целью автоматизации взаимодействия транспортного средства (ТС) с транспортной инфраструктурой необходимо использовать интеллектуальные транспортные системы, способные оказать серьёзное влияние на эффективность грузоперевозки. Каждый из критериев управления транспортным средством должен осуществляться полностью автономно, однако на данный момент тенденция только набирает должный уровень [1]. Для наиболее полной оценки эффективности использования транспортного средства предлагается использовать концепцию многокритериального подхода, позволяющую обоснованно подбирать необходимые бортовые информационно-управляющие системы. Это повлечёт собой более качественное взаимодействие транспортных средств, подключённых к единой транспортной инфраструктуре. Кроме того, постоянный мониторинг состояния систем транспортного средства с последующим составлением диаграмм рабочего процесса, а также возможность его удалённого регулирования позволит существенно сократить простои транспортного средства за счёт предупреждения неисправностей транспортных средств (рис. 1) [2].

Бортовые информационно-управляющие системы интегрируются в перечень систем транспортного средства. Повышение его эффективности достигается путём автономизации транспортного средства и требует создания инструментов количественной оценки потенциального влияния различных систем на свойства транспортного средства [3].

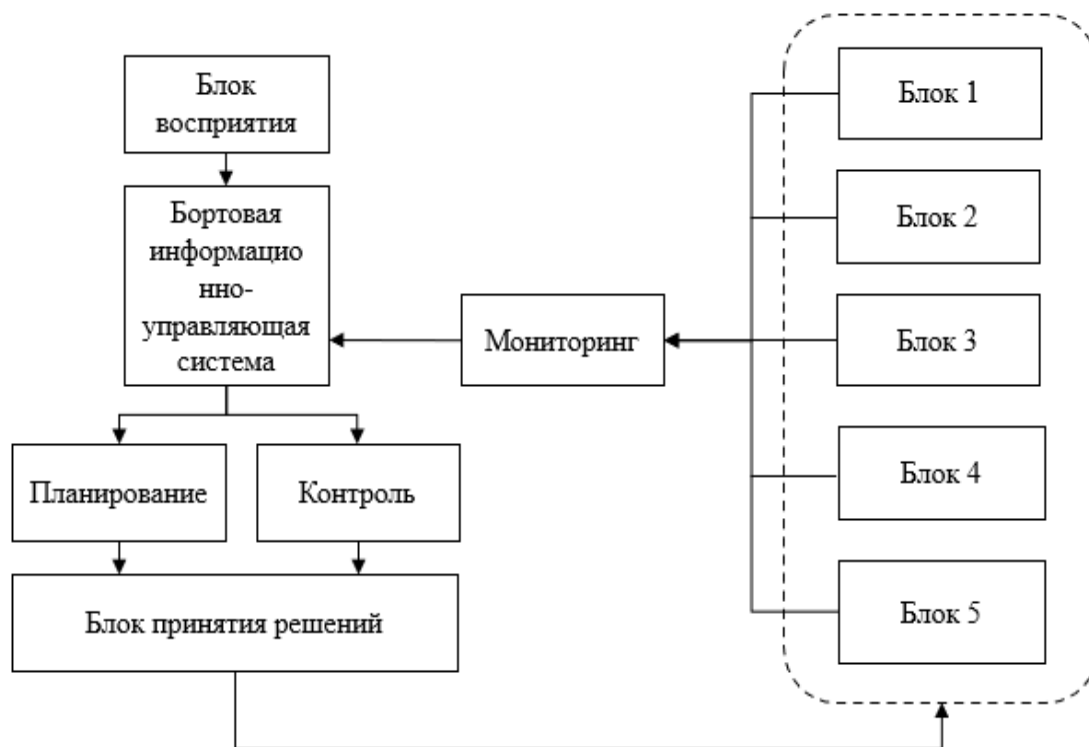


Рисунок 1 – Структурная модель бортовых информационно-управляющих систем ТС

Многокритериальный подход основывается на определении основных параметров, влияющих на эффективность функционирования транспортного средства с последующей детерминацией параметров, имеющих влияния на техническое состояние транспортного средства (рис. 2) [4].

Объект и методика. Минимальное количество электронных систем управления (ЭСУ) для формирования бортовой информационно-управляющей системы транспортного средства имеет следующие ограничения:

$$\left(\alpha + \sum_{i=1}^n \frac{A}{r_i^\beta} \right) \geq 0,5, \quad (1)$$

где n – количество ЭСУ из представленного выше необходимого перечня; A – весовой коэффициент ЭСУ с рангом «1»; r – ранг ЭСУ); β – ранговый коэффициент ($\beta = 0,6$).

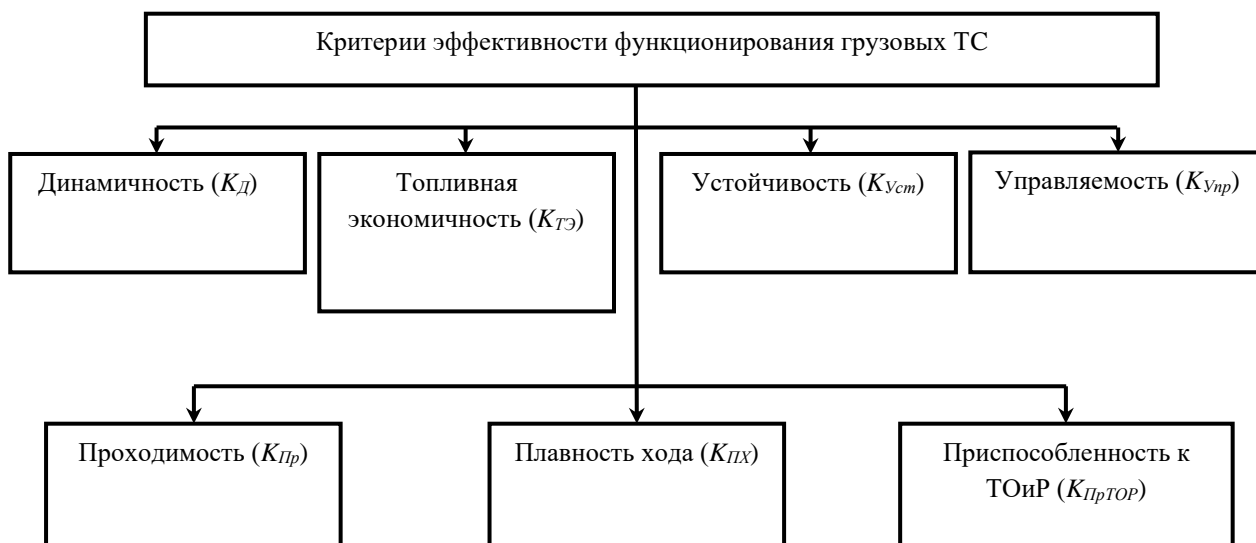


Рисунок 2 – Критерии эффективности функционирования высокоавтоматизированных транспортных средств

Использование математической модели определения минимальной номенклатуры ЭСУ для автоматизации транспортного средства требуется не только для подбора рационального состава бортовых информационно-управляющих систем [5,6], но и для возможности определения уровня интеллекта транспортного средства:

$$15\% \geq K_{эс} * R \geq 30\% , \quad (2)$$

$$R = \left(\alpha + \sum_{i=1}^n \frac{A}{r_i^\beta} \right) \geq 0,5, \quad (3)$$

где $K_{эс}$ – коэффициент улучшения эксплуатационных свойств АТ; R – сумма весовых коэффициентов ЭСУ из ограничения.

Результаты исследований. В ходе исследования выявляется зависимость повышения эффективности функционирования грузовых транспортных средств при применении БИУС, которая примет следующий вид:

$$100\% \times \left(1 + K_{эф} \times \sum_{j=1}^K \frac{A}{r_j^\beta} \right) \rightarrow \max, \quad (4)$$

где $K_{эф}$ – коэффициент повышения эффективности функционирования грузовых транспортных средств по параметрам динамичности, топливной экономичности, устойчивости, управляемости, проходимости, плавности хода, приспособленности к техническому обслуживанию и ремонту) [7-9]; $\sum_{j=1}^K \frac{A}{r_j^\beta}$ – сумма весовых коэффициентов, влияющих на эффективность функционирования грузовых транспортных средств.

Средневзвешенный комплексный показатель оценки БИУС на транспортном средстве осуществляется в соответствии с целями развития и последующего совершенствования систем управления и рассчитывается по формуле:

$$K_r = \prod_{i=1}^n (q_i)^{m_i} = b_1 \sqrt{q_1} \times b_2 \sqrt{q_2} \times b_3 \sqrt{q_3} \times \dots \times b_n \sqrt{q_n} \quad (5)$$

где $m_i = \frac{1}{b_i}$ – показатель (коэффициент) весомости i -го параметров; b_i – знаменатель долевого коэффициента весомости i -го параметров; q_i – относительное значение i -го параметра.

При расчёте коэффициента весомости анализируются показатели функционирования нескольких транспортных средств [10], и на основе полученных данных составляется система уравнений с приближёнными зависимостями комплексного показателя от выбранных параметров:

$$\begin{aligned} K_1 &= m_1 \times P_{11} + m_2 \times P_{21} + \dots + m_{1n} \times P_{n1} \\ K_2 &= m_1 \times P_{12} + m_2 \times P_{22} + \dots + m_{1n} \times P_{n2} \\ &\dots \\ K_r &= m_n \times P_{1r} + m_2 \times P_{2r} + \dots + m_{1n} \times P_{nr} \end{aligned} \quad (6)$$

где P_{ij} – значение показателя i -го параметра j -го образца ($i=1,2,\dots, n$); m_i – коэффициент весомости i -го показателя.

В случае если мнения экспертов по ранжированию некоторых элементов БИУС по значимости оказались противоположными и, как следствие, определение весовых коэффициентов по существующим методикам экспертной оценки не представляется возможным, результаты экспертного опроса должны быть проанализированы посредством применения ценологического подхода. Методика рангового анализа теории техноценоза БИУС транспортных средств как совокупность электронных систем управления выражается в представлении каждой ЭСУ в виде технического объекта ценоза, совокупность ЭСУ каждого механизма (агрегата, системы) – в виде средств ценоза [11,12].

На основании полученных данных становится возможным осуществление обоснованного подбора комплектации бортовых информационно-управляющих систем с учетом весомости выбранных критериев транспортного средства.

Заключение. Автоматизация транспортного средства существенно повышает эффективность его использования. В результате проведенных исследований выделены эксплуатационные показатели транспортного средства, на которые можно влиять посредством внедрения бортовых информационно-управляющих систем. Представлен принцип передачи данных от систем транспортного средства к бортовой информационно-управляющей системе, с задействованием подсистем восприятия, планирования и контроля. Представлена математическая модель обоснования минимальной номенклатуры электронных систем управления для формирования бортовой информационно-управляющей системы высокоавтоматизированного транспортного средства.

Список литературы

1. Иванов Р.А. Методика обоснования количества электронных систем управления для формирования бортовой информационно-управляющей системы военной автомобильной техники // Вестник Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В.Хрулева. – 2017. – № 1(9). – С. 70-73.
2. Шибанов Д.А., Иванов С.Л., Емельянов А.А., Пумпур Е.В. Оценка показателей работоспособности карьерных экскаваторов в реальных условиях эксплуатации // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2020. – №10. – С. 86-94.
3. Кацуба Ю.Н., Караваев Н.А. Повышение уровня интеграции беспилотных технологий в эксплуатацию сельскохозяйственной техники // Известия Международной академии аграрного образования. – 2023. – № 67. – С. 60-65.
4. Safiullin R.N., Kerimov M.A. Intellectual onboard transport systems in road transport. – М., – Berlin: Direct Media, 2017. – 35 p.

5. Brummelen V., O'Brien M., Gruyer D., Najjaran H. Autonomous vehicle perception: The technology of today and tomorrow // Transportation Research Part C: Emerging Technologies. – 2018. – Vol. 89. – Pp. 384-406.
6. Ладанов В.И. Применение на военной автомобильной технике войск бортовых информационно-управляющих систем // Альманах Пермского военного института войск национальной гвардии. – 2022. – № 2(6). – С. 85-91.
7. Agamrattana M., Larsson T., Jansson J., Nabo A. A simulation framework for cooperative intelligent transport systems testing and evaluation // Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behavior. – 2019. – Vol. 61. – Pp. 268-280.
8. Кисуленко Б.В. Безопасность автоматизированных и беспилотных автомобилей и её оценка при допуске к эксплуатации // Автомобильная промышленность. – 2022. – № 2. – С. 7-13.
9. Селиверстов Я.А., Гергель Г.Ю., Селиверстов С.А., Никитин К.В. Развитие интеллектуальных транспортных систем на основе мобильных технологий и процедур анализа социальной активности городского населения // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. – 2018. – Т. 11. – С. 47–64.
10. Komashinskiy V.I., Malygin I.G., Korolev O. Introduction into cognitive multimodal transportation systems // Transportation research procedia. – 2020. – Vol. 50. – Pp. 273-279.
11. Андрейчук А.П., Гурко А.В. Тенденции внедрения технологий искусственного интеллекта и робототехники в Арктике: опыт Российской Федерации // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2022. – № 10-2. – С. 24-38.
12. Safiullin R.N., Reznichenko V.V., Safiullin R.R. The software adaptive system for managing the heavy cargo transportation process based on the automated vehicle weight and size control system // Journal of Physics Conference Series. – 2021. – Vol. 1753(1). – № 012063.

УДК 621.396

МЕТОДИКА ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ НА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВАХ В ПРОЦЕССЕ ИХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

Сафиуллин Равиль Нуруллович – доктор технических наук, профессор кафедры транспортно-технологических процессов и машин

Сорокин Кирилл Владиславович – аспирант кафедры транспортно-технологических процессов и машин

Мошников Антон Романович – студент кафедры транспортно-технологических процессов и машин

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II»

Аннотация. В настоящее время происходит автоматизация большинства процессов, что приводит к появлению высокоавтоматизированных транспортных средств. Появляется все больше разработок в области беспилотных транспортных средств, а также систем помощи водителю. Автоматизация может включать и удаленное диагностирование транспортных средств, так как разработка и внедрение данных систем снизит стоимость эксплуатации автомобилей, трудоёмкость при техническом обслуживании и ремонте. В данной работе приводится разработка методики эффективного использования интеллектуальных систем контроля технического состояния на транспортных средствах в процессе их функционирования.

Ключевые слова: удаленное диагностирование, транспортные средства, интеллектуальные системы.

METHODOLOGY FOR THE EFFECTIVE USE OF INTELLIGENT SYSTEMS FOR MONITORING THE TECHNICAL CONDITION OF VEHICLES DURING THEIR OPERATION

Safiullin Ravil N. – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Transport and Technological Processes and Machines

Sorokin Kirill V. – graduate student of the Department of Transport and Technological Processes and Machines

Moshnikov Anton R. – student of the Department of Transport and Technological Processes and Machines

Saint Petersburg Mining University

***Abstract.** Currently, automation of most processes is taking place, which leads to the emergence of highly automated vehicles. There are more and more developments in the field of unmanned vehicles, as well as driver assistance systems. Automation may also include remote diagnostics of vehicles, since the development and implementation of these systems will reduce the cost of operating vehicles and the labor intensity of maintenance and repair. This paper presents the development of a methodology for the effective use of intelligent systems for monitoring the technical condition of vehicles during their operation.*

***Keywords:** remote diagnostics, vehicles, intelligent systems.*

Разработки в области транспорта не стоят на месте, поэтому наблюдается тенденция появления новых и разнообразных моделей автомобилей, техническое оснащение которых становится все более сложным. Оснащение транспортных средств данными системами делает их менее надежными и увеличивает количество отказов, возникающих при эксплуатации. Помимо этого, увеличивается и сложность возникающих отказов и неисправностей. Именно поэтому возникает необходимость в совершенствовании существующих методов диагностирования или создании новых. В процессе проектирования автомобилей особое внимание уделяется автоматизации рабочих процессов, улучшению эксплуатационных показателей, таких как экономичность, мощность, мобильность. Однако надежность автомобилей сильно снижается, вследствие чего данные показатели теряют смысл, так как эксплуатация транспортного средства становится невыгодной и нецелесообразной. [1].

Объект и методика. Объектом исследования является метод удаленного диагностирования транспортных средств.

Предметом данного исследования является методика эффективного использования интеллектуальных систем контроля технического состояния на транспортных средствах в процессе их функционирования.

Целью исследования является разработка методики эффективного использования интеллектуальных систем контроля технического состояния на транспортных средствах в процессе их функционирования, а также разработка соответствующих технических решений.

Для достижения этой цели необходимо выполнить следующие задачи.

1. Изучить и проанализировать существующие методы удаленного диагностирования.

2. Разработать методику по оцениванию эффективности использования интеллектуальных транспортных систем на транспортных средствах.

Результатом исследования является разработанная методика, а также соответствующие технические решения, которые позволяют реализовывать данную методику.

Результаты исследований. С целью улучшения контроля технического состояния транспортных средств во время их движения, была разработана структура автоматизированной системы контроля на основе матричного QR-кода (рис. 1).

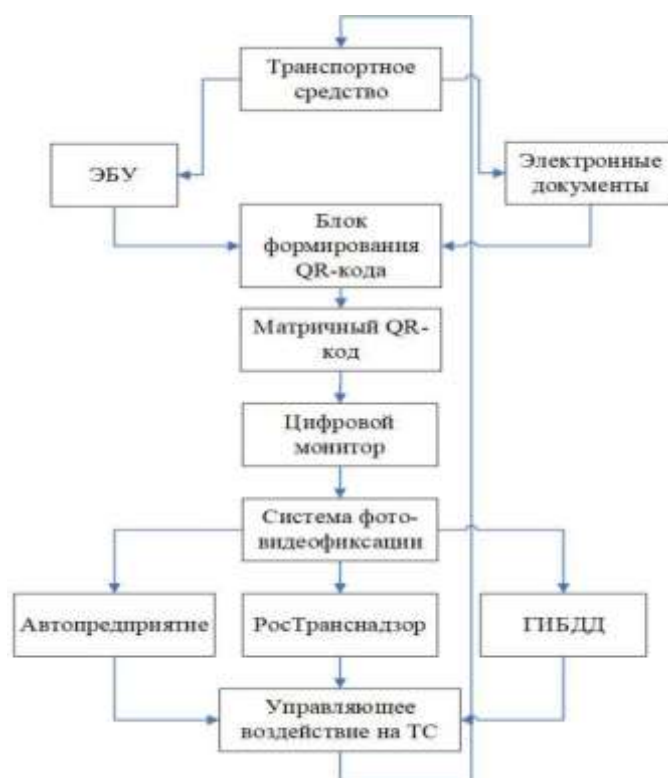


Рисунок 1 – Структура автоматизированной системы контроля технического состояния транспортного средства на основе матричного QR-кода

Эта система включает в себя использование специального кода на транспортном средстве, который может быть считан с помощью мобильного устройства или специализированного считывающего устройства [2].

Использование матричного QR-кода для мониторинга состояния транспортных средств повышает безопасность и надежность их эксплуатации. В случае обнаружения неисправностей операторы и водители могут оперативно принять необходимые меры для предотвращения дальнейших поломок. Таким образом, автоматизированная система мониторинга технического состояния на базе матричного QR-кода является удобным и эффективным способом получения информации о состоянии транспорта в режиме реального времени. Данный метод позволяет производить удаленное диагностирование, а также получать и обрабатывать документы, относящиеся к перевозочному процессу и т.д. При этом в будущем метод позволит выводить критерии оценки эффективности функционирования транспортного средства, во входные показатели которого могут быть заложены и прочие данные, связанные с состоянием транспортной инфраструктуры, участниками дорожного движения и дорожными условиями (рис. 2) [3].

Для оценивая эффективности метода была разработана методика эффективного использования интеллектуальных систем контроля технического состояния на транспортных средствах в процессе их функционирования, представленная на рисунке 2. На основании данной методики были предложены следующие критерии для оценивания эффективности использования интеллектуальных систем.

Годовой объём работ по техническому обслуживанию, включающий в себя работы по ТО-1, ТО-2, СО, ЕО:

$$T_{\text{ТО}} = K_{\text{год}} \cdot \left(\frac{t_{\text{ТО-1}}}{L_{\text{ТО-1}}} + \frac{t_{\text{ТО-2}} - t_{\text{ТО-1}}}{L_{\text{ТО-2}}} \right) + D_{\text{к}} \cdot \alpha_{\text{т}} \cdot t_{\text{ЕО}} + 2 \cdot t_{\text{СО}}, \quad (1)$$

где $t_{\text{ТО-1}}$, $t_{\text{ТО-2}}$, $t_{\text{ЕО}}$, $t_{\text{СО}}$ – трудоемкости ТО-1, ТО-2, ЕО, СО, чел.ч; $L_{\text{ТО-1}}$, $L_{\text{ТО-2}}$ – периодичность ТО-1 и ТО-2 соответственно, км; $K_{\text{год}}$ – годовой пробег, км; $D_{\text{к}}$ – число календарных рабочих дней в году, $\alpha_{\text{т}}$ – поправочный коэффициент. [4]

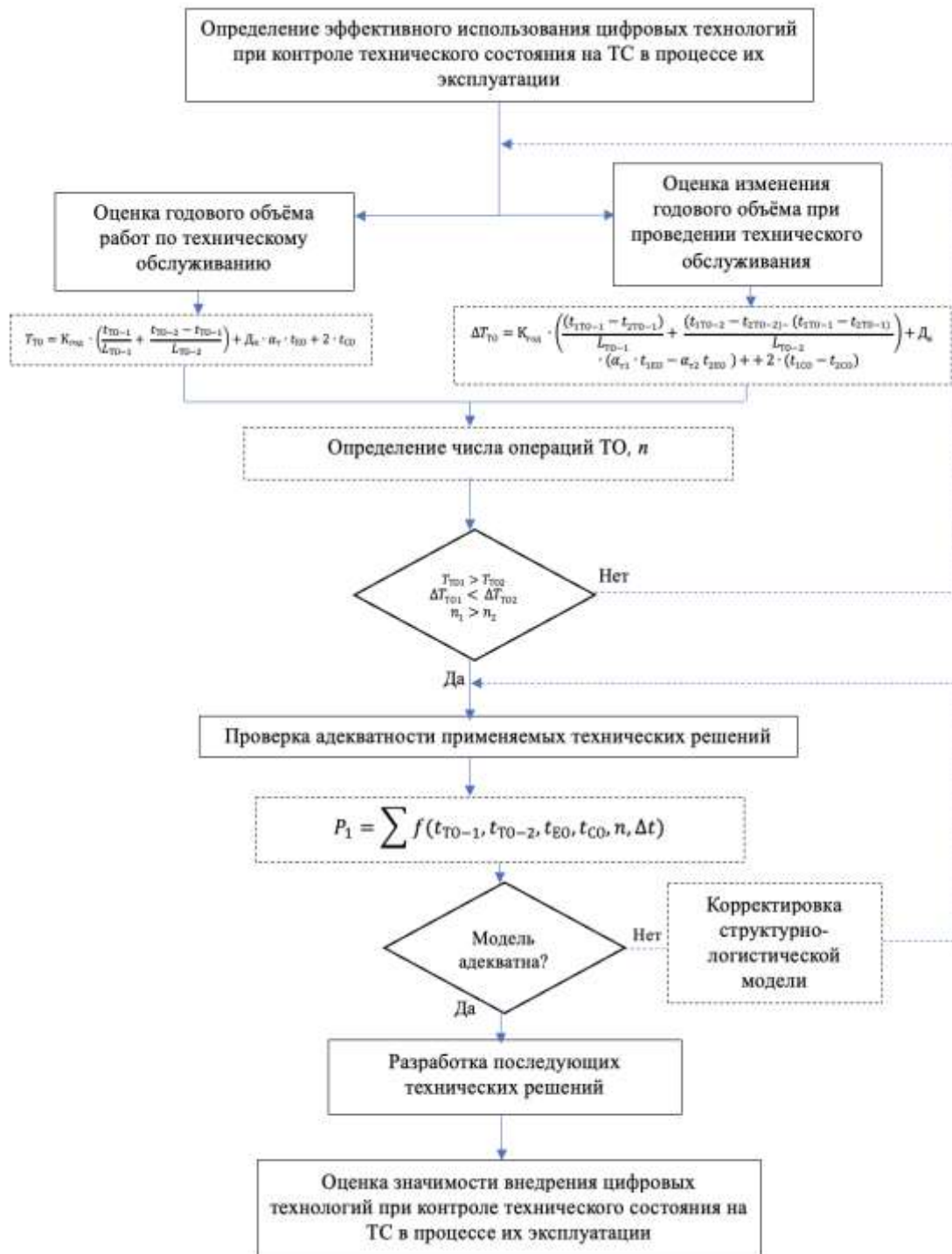


Рисунок 2 – Методика эффективного использования интеллектуальных систем контроля технического состояния на транспортных средствах в процессе их функционирования

Также предложен критерий в виде изменения годового объёма при проведении технического обслуживания:

$$\Delta Г_{Т0} = K_{год} \cdot \left(\frac{(t_{1Т0-1} - t_{2Т0-1})}{L_{Т0-1}} + \frac{(t_{1Т0-2} - t_{2Т0-2}) - (t_{1Т0-1} - t_{2Т0-1})}{L_{Т0-2}} \right) + D_k \cdot (\alpha_{Т1} \cdot t_{1Е0} - \alpha_{Т2} \cdot t_{2Е0}) + 2 \cdot (t_{1С0} - t_{2С0}), \quad (2)$$

где t_{1TO-1} , t_{1TO-2} , t_{1EO} , t_{1CO} – трудоемкости ТО-1, ТО-2, ЕО, СО до внесения изменений, чел.ч; t_{2TO-1} , t_{2TO-2} , t_{2EO} , t_{2CO} – трудоемкости ТО-1, ТО-2, ЕО, СО после внесения изменений, чел.ч [5].

На основании данных критериев оценку внедрения цифровых технологий при контроле технического состояния на транспортных средствах в процессе их функционирования представляют следующие зависимости:

$$\begin{aligned} f(T_{TO}, n) &\rightarrow \min, \\ f(\Delta T_{TO}) &\rightarrow \max, \end{aligned}$$

где n – число операций при техническом обслуживании и ремонте.

Исходя из этого можно сделать вывод, что оценить эффективность от внедрения автоматизированной системы контроля технического состояния транспортного средства на основе матричного QR-кода можно с помощью годового объема работ по ТО, также по изменению трудоёмкостей при проведении ТО и количества операций, необходимых для проведения контроля технического состояния ТС [6].

В рамках исследования были разработаны и получены патенты на следующие изобретения, способные проводить удаленное диагностирование:

- патент на изобретение №2739652 «Автоматизированная система мониторинга экологических параметров двигателя внутреннего сгорания транспортных средств» [9];
- патент на изобретение №2724072 «Имитационная система контроля качества моторного масла транспортных средств» [8];
- патент на изобретение №2782630 «Автоматизированный комплекс мониторинга качества топлива двигателя внутреннего сгорания транспортных средств» [10];
- патент на изобретение №2792386 «Автоматизированная система удаленной диагностики технического состояния транспортных средств на основе матричного QR-кода» [7].

Помимо этого, была предложена система контроля давления двигателя. Основное отличие системы заключается в установке форсунки с дифференциальным датчиком и контроллера. Внедрение данной системы позволит косвенно делать вывод о состоянии цилиндропоршневой группы, тем самым упрощая процесс диагностирования.

Заключение. Таким образом, проведенные экспериментальные и теоретические исследования в этой области установили, что разрабатываемые технические решения позволили существенно сократить трудоёмкости операция при выполнении ТО и Р, а также число операций при обслуживании транспортных средств. [4]

Была разработана методика эффективного использования интеллектуальных систем контроля технического состояния на транспортных средствах в процессе их функционирования. Практическим результатом исследования является разработанные изобретения, способные проводить удаленное диагностирование:

- патент на изобретение №2739652 «Автоматизированная система мониторинга экологических параметров двигателя внутреннего сгорания транспортных средств»;
- патент на изобретение №2724072 «Имитационная система контроля качества моторного масла транспортных средств»;
- патент на изобретение №2782630 «Автоматизированный комплекс мониторинга качества топлива двигателя внутреннего сгорания транспортных средств»;
- патент на изобретение №2792386 «Автоматизированная система удаленной диагностики технического состояния транспортных средств на основе матричного QR-кода».

Список литературы

1. Safiullin R., Epishkin A., Safiullin R., Naotian T. Method of forming an integrated automated control system for intelligent objects // CEUR Workshop Proceedings. – 2021. – 2922. – С. 17–26.

2. Safiullin R.N., Katsuba Y.N., Fedotov V.N., Ungefuk A.A., Efremova V.A. Methodological Approach to the Formation of an Optimal System to Facilitate the Launch of Power Plants of Vehicles in the Arctic // 2022 International Conference on Engineering Management of Communication and Technology, EMCTECH 2022 – Proceedings. – 2022. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.researchgate.net/publication/365256070_Methodological_Approach_to_the_Formation_of_an_Optimal_System_to_Facilitate_the_Launch_of_Power_Plants_of_Vehicles_in_the_Arctic (дата обращения 22.08.2023).

3. Safiullin R.N., Safiullin R.R., Belikova D.D., Tian H. System-target logistic approach to the formation of integrated automated control systems for weight control of vehicles // AIP Conference Proceedings. – 2023. – 2476. – P. 030039.

4. Belikova D.D., Safiullin R.N. The design and evaluation of a telematic automated system of weight control for heavy vehicles // Infrastructures. – 2022. – Vol. 7, № 7. P. 86.

5. Комаров Ю.Я., Федотов В.Н., Антропов Д.С. Анализ технического состояния автомобилей / Вестник транспорта. – 2008. – № 8. – С. 35-38.

6. Сафиуллин Р.Н. Интеллектуальные бортовые системы на автомобильном транспорте. – М., – Берлин: Директ-Медиа, 2017. – 355 с.

7. Патент на ИЗ № 2792386 Российской Федерации. Автоматизированная система дистанционной диагностики технического состояния транспортного средства на основе матричного QR-кода / Сафиуллин Р.Н., Сафиуллин Р.Р., Унгефук А.А., Сорокин К.В., Тянь Х. / Опубликовано 24.01.2023.

8. Патент на ИЗ № 2724072 Российской Федерации. Имитационная система контроля качества моторных масел для транспортных средств / Сафиуллин Р. Н., Сорокин К.В. / Опубликовано 14.10.2019.

9. Патент на ИЗ № 2739652 Российской Федерации. Автоматизированная система мониторинга экологических параметров двигателей внутреннего сгорания транспортных средств / Сафиуллин Р. Н., Сорокин К.В., Беликова Д.Д. / Опубликовано 28.12.2020.

10. Патент на ИЗ № 2782630 Российской Федерации. Автоматизированный комплекс для контроля качества топлива двигателей внутреннего сгорания транспортных средств / Сафиуллин Р.Н., Пягай И.Н., Сафиуллин Р.Р., Пыркин О.П., Сорокин К.В. / Опубликовано 28.12.2020.

УДК 621.564

ОБЗОР ХЛАДАГЕНТОВ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ АВТОБУСОВ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Иванов Александр Алексеевич – студент кафедры транспортно-технологических процессов и машин

Федотов Виталий Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры транспортно-технологических процессов и машин

Чудакова Наталья Вячеславовна – кандидат технических наук, доцент кафедры транспортно-технологических процессов и машин

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II»

Аннотация. В работе рассматривается обзор хладагентов автомобильных систем кондиционирования. Приведена конструкция и принцип работы системы кондиционирования с использованием фреона R-134a на примере кондиционера Август 23БС-А30М, устанавливаемого в автобусы ЛиАЗ, НефАЗ, Волжанин. Показаны хладагенты (фреоны) – источники глобального потепления и разрушения озонового слоя. Выбраны по экологическим требованиям перспективные хладагенты для применения в городских автобусах.

Ключевые слова: хладагент, фреон, автомобильный кондиционер, парниковый эффект, экологические требования, городские автобусы.

OVERVIEW OF REFRIGERANTS OF BUS AIR CONDITIONING SYSTEMS ACCORDING TO ENVIRONMENTAL REQUIREMENTS

Ivanov Alexander A. – Student of the Department of Transport and Technological Processes and Machines

Fedotov Vitaly N. – Ph.D, Associate Professor of the Department of Transport and Technological Processes and Machines

Chudakova Natalia V. – Ph.D, Associate Professor of the Department of Transport and Technological Processes and Machines

Saint Petersburg Mining University

Abstract. The paper considers an overview of refrigerants of car air conditioning systems. The design and principle of operation of the air conditioning system using R134A is given on the example of the August 23BC-A30M air conditioner installed in buses LiAZ, NefAZ, Volzhanyin. Refrigerants - sources of global warming and destruction of the ozone layer are shown. Promising refrigerants for use in urban buses have been selected according to environmental requirements.

Keywords: refrigerant, car air conditioner, greenhouse effect, environmental requirements, city buses.

Технологии кондиционирования постоянно развиваются с увеличением потребностей людей в комфорте. Холодильные установки позволяют поддерживать необходимую температуру и климат для различных целей: в производственных и бытовых помещениях, в промышленности, на транспорте, при хранении и транспортировании товаров и др.

Одним из таких климатических устройств является кондиционер (англ. conditioner). Кондиционер улучшает качество жизни людей, однако применяющиеся в кондиционерах хладагенты разрушают озоновый слой, усиливают парниковый эффект и с другими факторами оказывают негативное влияние на изменения климата [1,2]. Поэтому исследование свойств хладагентов и обзор их возможных альтернатив для применения по экологическим требованиям в системах кондиционирования городских автобусов является актуальным.

Конструкция и принцип работы системы кондиционирования автомобиля. Кондиционер позволяет поддерживать заданный температурный режим в салоне транспортного средства во время жаркого сезона, что создает комфортные климатические условия водителю и пассажирам. Таким автомобильным кондиционером является кондиционер 23BC-A30M мощностью 30кВт. Кондиционер устанавливают в городских автобусах длиной 10-11 метров и вместимостью пассажиров до 60 человек (ЛиАЗ 5256, НефАЗ 5299). Сочлененные автобусы комплектуются двумя кондиционерами в одной и второй секциях (ЛиАЗ 6212, Волжанин 6270).

На рисунке представлена схема устройства системы кондиционирования Август 23BC-A30M, изготовитель ООО «Завод кондиционеров «Август» [3].

Работа кондиционера основана на общем принципе действия охлаждающих устройств. Хладагент в герметичном контуре 7-10 разделен на участки высокого и низкого давления и выполняет роль переносчика тепла. Точками деления давлений являются компрессор 4 и расширительный клапан 5. Хладагент всасывается и сжимается компрессором и поступает в конденсатор 2, где принудительно охлаждается, отдавая тепло конденсации наружному воздуху, продуваемому через конденсатор электровентиляторами. При этом хладагент переходит в жидкую фазу и затем поступает в ресивер 3, где установлен датчик давления 6, и осушитель, где из него удаляются влага и различные механические примеси.

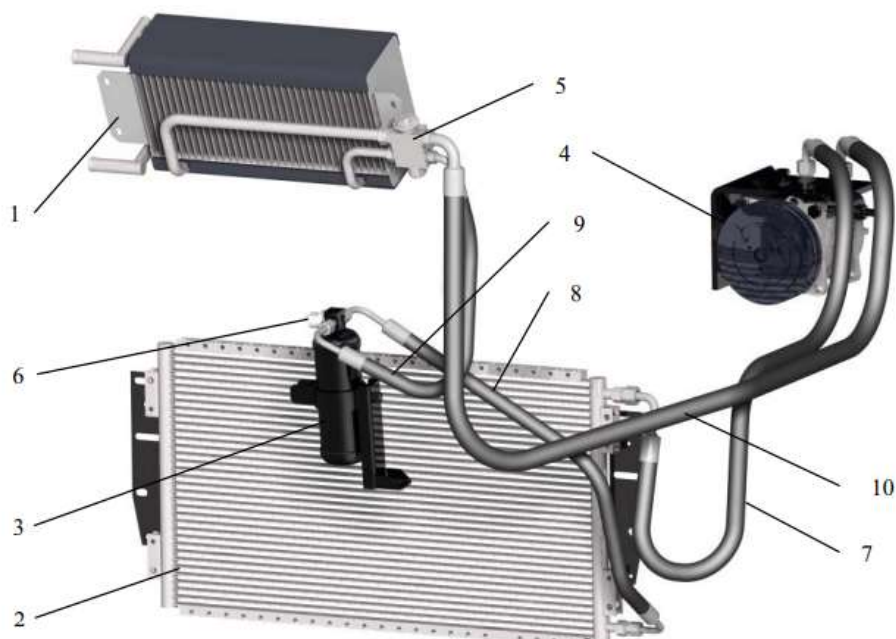


Рисунок – Устройство системы кондиционирования Август 23BC-A30M

Осушитель установлен внутри ресивера. Затем хладагент дросселируется в расширительном клапане и из жидкой фазы переходит в газообразную, попадая в испаритель 1. Вследствие резкого расширения температура газа понижается. Проходя через испаритель, хладагент охлаждает окружающий воздух, который и подается в салон автобуса электровентиляторами испарителя [4].

Хладагент: определение, требования, применение в автомобильных системах кондиционирования. Хладагент (англ. refrigerant) – текучая среда, используемая для переноса теплоты в компрессионных машинных холодильных установках, которая поглощает теплоту при низкой температуре и низком давлении и, как правило, при изменении фазового состояния отдает ее при более высокой температуре и более высоком давлении [5]. В технических источниках встречаются взаимозаменяемые названия: фреон, холодильный агент и хладон.

До 80-х годов прошлого столетия активно применялись фреоны, содержащие хлор: хлорфторуглероды (ХФУ) и гидрофторхлоруглероды (ГФХУ).

В 1987 г. по результатам исследования над Антарктидой было установлено снижение содержания озона на 30% и присутствие окиси хлора в слоях атмосферы, вследствие чего промышленные страны подписали Монреальский протокол, согласно которому хлорсодержащие хладагенты были запрещены.

В 1997 г. в Киото был принят очередной протокол об источниках глобального потепления, это – диоксид углерода, метан, оксид азота, гидрофторуглероды (ГФУ), перфторуглероды (ФУ) и шестифтористая сера [6].

Выбор эффективных и безопасных для окружающей среды хладагентов остается актуальной и перспективной задачей и в настоящее время.

Экологические требования, предъявляемые к хладагентам: озонобезопасность (характеризуется потенциалом озонового разрушения – ODP); низкий потенциал глобального потепления (GWP); отсутствие свойств горючих, токсичных, пожаро- и взрывоопасных веществ. Также к хладагентам предъявляются следующие требования: термодинамические (низкая температура кипения при атмосферном давлении, сопоставимые значения давлений и температур альтернативных хладагентов к заменяемым, большая объемная холодопроизводительность и т.д.), эксплуатационные (термохимическая стабильность, химическая совместимость с материалами и холодильными маслами, достаточная взаимная

растворимость с маслом для обеспечения его циркуляции т. д.) и экономические (производство, доступность).

Хладагенты, отвечающие перечисленным требованиям, произвести практически невозможно, поэтому в каждом отдельном случае выбирают хладагент с учетом конкретных условий работы холодильной системы [6].

В настоящее время в автомобильных системах кондиционирования чаще всего применяется тетрафторэтан (фреон R-134a), не содержащий хлор. Он пришел на смену фреону R-12, который был запрещен Монреальским протоколом. Фреон R-134a не воспламеняется независимо от температуры, не содержит токсины, поэтому является безопасным как для озонового слоя, так и для здоровья людей. Фреон R-134a часто включают в состав других хладагентов по причине стойкости к любым температурам и экологичности.

Для того, чтобы не допустить утечку фреона и попадания воздуха в систему кондиционирования, необходимо тщательно следить за герметичностью системы кондиционирования; обслуживать и заправлять систему фреоном только в специализированных сервисах. Используя фреон R-134a, необходимо применять дорогостоящие полиэфирные масла, которые также требуют деликатного хранения, транспортирования и заправки по причине высокой гигроскопичности. Главный недостаток фреона R134-a – высокий индекс глобального потепления.

Применение фреона R134-a, обладающего высоким потенциалом глобального потепления, в автомобильных кондиционерах возможно, в перспективе, заменить альтернативными хладагентами: изобутан (R-600a), аммиак (Ra717), диоксид углерода (R-744), гидрофторолефин (R-1234YF), а также фреон R-515B [7].

По значениям GWP альтернативные фреоны обладают преимуществом перед R-134a. Учитывая требование к альтернативным хладагентам о сопоставимости значений их рабочих давлений и температур с параметрами заменяемых хладагентов, можно выделить фреоны R-1234yf и R-515B, термодинамические параметры которых близки к параметрам R-134A.

Основные характеристики хладагентов приведены в таблице, где T_0 – температура кипения хладагента при атмосферном давлении; $T_{кр}$, $P_{кр}$ – критические температура и давление хладагента; показатели ODP и GWP [8,9].

Таблица – Характеристика хладагентов

Обозначение (название)	Химическая формула	T_0 , °C	$T_{кр}$, °C	$P_{кр}$, МПа	ODP	GWP
R-12 (дихлордифторметан)	$C Cl_2 F_2$	-29,8	112,0	4,14	0,82	10600
R-134a (1,1,1,2-Тetraфторэтан)	CH_2FCF_3	-26,1	101,1	4,06	0	1300
R-744 (диоксид углерода)	CO_2	-78,4	31,3	7,39	0	1
R-600a (изобутан)	C_4H_{10}	-11,7	134,7	3,64	0	20
R-1234yf (2,3,3,3-тетрафторпропан)	$CH_2=CF_3$	-29,5	94,7	3,38	0	4
R-717 (аммиак)	NH_3	-33,6	132,3	11,39	0	0
R-515B	R-1234ze/R-227ea (91,1%/8,9%)	-18,9	108,7	3,58	0	293

R-1234yf имеет схожие термодинамические характеристики с хладагентом R-134a, потому внесения существенных изменений в конструкцию климатических установок не потребуется. Проверка этого хладагента фирмой Daimler в условиях лобового столкновения автомобилей, при котором происходит разрыв хладагентопровода и попадание паров фреона в горячий отсек двигателя автомобиля, показала, что R-1234yf огнеопасен, и в случае возникновения пожара

продукт разлагается с образованием высококоррозионных и токсичных веществ. Стоимость R-1234yf в несколько раз превышает цену R-134a.

R-515B появился на рынке в 2020 г., разработан американской компанией Honeywell. Вещество является негорючим, нетоксичным, имеет сопоставимый с R-134a уровень эффективности и более низкий показатель GWP (в сравнении с R-1234yf – высокий). R-515B разработан для применения в новых системах и не годится для ретрофита действующих систем. R-515B имеет эффективность, эквивалентную R-134a с меньшим электродвигателем, температура и давление нагнетания этого хладагента значительно ниже, чем у R-134a [10].

R-600a, R-717, R-744 существенно отличаются от R-134a по термодинамическим и экологическим характеристикам, требуют деликатного обращения [9,11]. Для применения данных веществ в автомобильных системах кондиционирования необходимо разрабатывать новые конструкции системы, или создавать смеси, которые позволят добиться необходимых характеристик хладагента. Оба метода продолжительны по времени и экономически затратны.

Заключение. Холодильная промышленность во всем мире столкнулась с важнейшими экологическими проблемами, которыми являются разрушение озонового слоя и образование парникового эффекта. На эти процессы влияют фреоны, применяемые в холодильных установках. Поэтому вопрос о применении экологически безопасного, и в то же время эффективного фреона, остается открытым. Хладагент R-134a, применяемый в системах кондиционирования автомобилей, необходимо заменить на экологически безопасные фреоны. На сегодняшний день в качестве альтернативы R-134a выступают R-1234yf и R-515B.

При разработке новых аналогов фреона необходимо учитывать требования, предъявляемые к ним, а также уделять внимание конструкции системы, качеству сборки, ее обслуживанию и ремонту. Это необходимо для безопасного функционирования фреона в системе.

Список литературы

1. Шапов А.Г., Мороко Ф.Н., Расщепкина Е.А. Этапы защиты озонового слоя от воздействия фреонов // Пищевые инновации и биотехнологии : материалы V Международной научной конференции. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет), 2017. – С. 715-716.
2. Малыгин. И.Г., Цыганов В.В. Комплекс моделей для управления стратегическим развитием транспортной инфраструктурой Сибири, Дальнего Востока и российской Арктики в условиях изменения климата // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2022: материалы Юбилейной международной научно-практической конференции. – Спб.: ИПТ РАН. 2022. – Т. 1. – С. 19-23
3. Кондиционер автобусный Август 23БС-А3ОМ – Завод кондиционеров Август. [Электронный ресурс]. – URL: https://augustcondy.ru/catalog/roof/konditsioner_avtobusnyu_avgust_23bs_a30m/ (дата обращения 25.10.2023).
4. Руководство по эксплуатации автобуса ЛиАЗ-621321. – Ликийский автобусный завод, 2011. – 401 с.
5. Хладагенты. Система обозначений. Межгосударственный стандарт ГОСТ ISO 817-2014. – Издание официальное. – М.: Стандартинформ, 2014. – 11 с
6. Цветков О.Б. Хладагенты, хладоносители и холодильные масла – ностальгия о будущем. [Электронный ресурс]. – URL: http://holodko.ru/freon/Tsvetkov_Themophys.pdf (дата обращения 25.10.2023).
7. Гуреев В.М. Перспективы применения альтернативных хладагентов в тепловых насосах // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2010. – № 1. – С. 30-34.
8. Киселев И.Г., Кудрин М.Ю., Приимин В.П. О выборе хладагента для климатических установок пассажирского состава // Известия Петербургского университета о способах связи. – 2014. – № 3(40). – С. 85-90.

9. Бабакин Б.С., Стефанчук В.И., Ковтунов Е.Е. Альтернативные хладагенты и сервис холодильных систем на их основе. – М.: Колос, 2000. – 160 с.
10. Ермаков М.А. Хладагент R515В как потенциальная замена R134а // Решетневские чтения: материалы XXIV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти генерального конструктора ракетно-космических систем академика М. Ф. Решетнева. – Красноярск: Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева. – 2020. – Т. 1. – С. 172-173.
11. Гавкалюк Б.В., Шаталова Н.В. Проблемы безопасной транспортировки аммиака автомобильным транспортом // Проблемы управления рисками в техносфере. – 2019. – № 4(52). – С. 117-123.

УДК 614.849

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕСПРЕПЯТСТВЕННОГО ПРОЕЗДА ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ К МЕСТУ ВЫЗОВА

Разумов Юрий Владимирович – старший помощник начальника дежурной смены службы пожаротушения ФПС ГПС Главного управления МЧС России по Республике Карелия, магистр

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева

Королева Людмила Анатольевна – доктор технических наук, доцент

Ведущий научный сотрудник лаборатории проблем экологии транспортных систем

ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук

профессор кафедры пожарной, аварийно-спасательной техники и автомобильного хозяйства

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева

Аннотация. Вопросы повышения оперативности действий пожарно-спасательных подразделений являются актуальными. Цель работы заключается в обосновании путей решения проблемы, связанной с обеспечением беспрепятственного проезда пожарных автомобилей к месту вызова. Приведены статистические данные показателей оперативного реагирования. Выявлена тенденция роста времени прибытия первого пожарно-спасательного подразделения к месту вызова, что связано с несоблюдением правил парковки личного автотранспорта и дорожно-транспортными происшествиями. Предложены пути решения проблемы.

Ключевые слова: пожарно-спасательное подразделение, пожарный автомобиль, пожар, автотранспортное средство, парковка, время прибытия, требования пожарной безопасности, безопасность движения.

ENSURING UNOBSTRUCTION OF FIRE VEHICLES TO THE CALL POINT

Razumov Yuri V. – Senior assistant to the head of the duty shift of the fire extinguishing service of the FPS GPS of the Main Directorate of the Ministry of Emergency Situations of Russia in the Republic of Karelia, Magistr

Koroleva Lyudmila A. – Doctor of Technical Sciences, docent, Professor of fire, rescue equipment and automotive industry department

Saint-Petersburg University of state fire service of EMERCOM of Russia

Abstract. The issues of increasing the efficiency of fire and rescue units are relevant. The purpose of the work is to substantiate ways to solve the problem associated with ensuring unimpeded passage of fire trucks to the place of call. Statistical data on operational response indicators are presented. An increasing trend in the time of arrival of the first fire and rescue unit to the place of call was revealed, which is associated with non-compliance with the rules for parking personal vehicles and road accidents. Ways to solve the problem are proposed.

Keywords: fire and rescue unit, fire truck, fire, vehicle, parking, arrival time, fire safety requirements, traffic safety.

Надежная работа пожарно-спасательных подразделений МЧС России (далее - ПСП) определяет эффективность тушения пожара, спасения людей, проведения аварийно-спасательных работ и снижения материального ущерба. Время прибытия к месту вызова – ключевой параметр, определяющий работу пожарных, вопросы повышения оперативности их действий остаются актуальными [1].

Цель работы заключается в обосновании путей решения проблемы, связанной с обеспечением беспрепятственного проезда пожарных автомобилей (ПА) к месту вызова

Анализ статистических данных [2,3] показал, что с 2018 по 2022 год в России наблюдался рост времени прибытия ПСП. Минимальное время подачи первого ствола за исследуемый период пришлось на 2019 год, затем рассматриваемый показатель начал расти (рис. 1). По Республике Карелия наблюдается та же тенденция. В 2021 году среднее время прибытия первого ПСП к месту пожара увеличилось, например, в сельской местности, на 5% (рис. 2). Одной из причин, на наш взгляд, является затрудненность проезда к месту пожара.

Пожары в жилых зданиях являются одним из наиболее опасных и разрушительных происшествий, с которыми сталкиваются пожарные службы. Количество пожаров в зданиях жилого назначения в 2020-2022 годах значительно уменьшилось по сравнению с предыдущими годами, однако эта величина по-прежнему остается высокой (рис. 3).

Количество личных автотранспортных средств (АТС) постоянно растет, что создает серьезные проблемы для ПСП, которые сталкиваются с трудностями при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ в многоквартирных жилых зданиях [4]. С увеличением числа припаркованных возле жилых зданий АТС, возникают дополнительные проблемы при тушении пожаров и эвакуации людей. Машины, особенно если они припаркованы неправильно, блокируют пути эвакуации и могут затруднить доступ ПА к месту происшествия, что в свою очередь, создает опасность для граждан и сохранности их имущества (рис. 4).

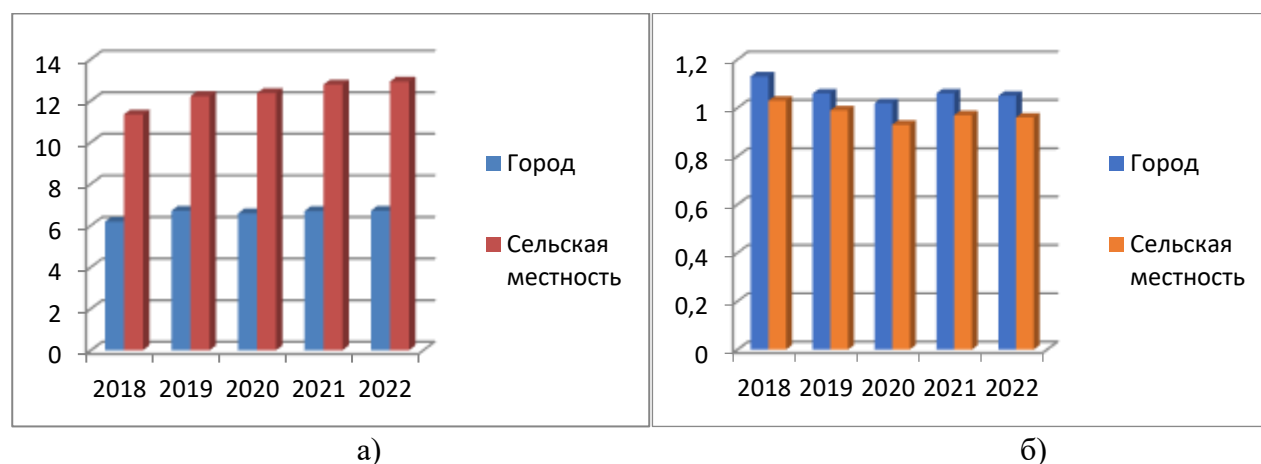


Рисунок 1 – Показатели оперативного реагирования ПСП, мин.:
а) время прибытия первого ПСП; б) время подачи первого ствола

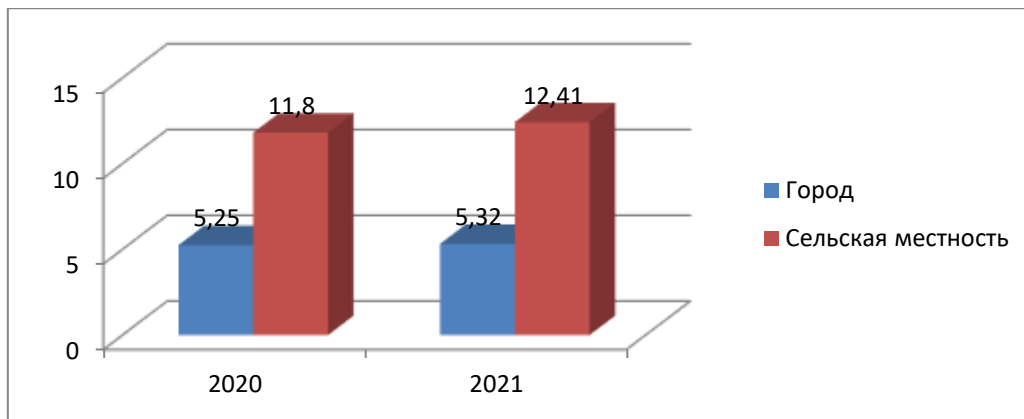


Рисунок 2 – Среднее время прибытия первого ППП к месту пожара в Республике Карелия, мин.



Рисунок 3 – Количество пожаров по видам объектов в 2020-2022 годах

В соответствии с требованиями Приказа МЧС России № 444 [5] основная задача ППП – к месту вызова прибыть в кратчайшие сроки, чтобы ликвидировать горение на ранней стадии или, при необходимости привлечения дополнительных сил и средств, оказать помощь другим ППП в борьбе с пожаром.



Рисунок 4 – Затрудненный проезд ПА

Если доступ к месту происшествия заблокирован, пожарным и спасателям необходимо выполнять свои обязанности в соответствии со сложившейся ситуацией. ПА должны медленно двигаться между припаркованными АТС. Кроме того, автомобили часто устанавливают над люками с пожарными гидрантами. Водители не задумываются о том, что в ПА на 10 минут хватает воды при подаче одного ручного водяного пожарного ствола. Для пополнения запасов воды в автоцистерне приходится искать свободный водоисточник, который может располагаться на значительном расстоянии от места пожара. При этом тратится драгоценное время. Кроме того, в случае пожара в многоквартирных жилых домах лестничные клетки заполняются дымом и людей не редко приходится спасать с балконов и из окон, используя автолестницы и автоподъемники, что невозможно сделать в условиях заставленных АТС дворов.

Существует множество примеров, когда из-за отсутствия доступа к месту вызова ПСП лишались возможности своевременно принимать меры по спасению людей и тушению пожара, что приводило к трагедиям и увеличению материального ущерба.

В 2014 году в ночь с 5 на 6 декабря в г. Москва произошел пожар в многоквартирном жилом доме, в результате которого погибла 21-летняя девушка. ПСП приехали быстро, но долго не могли добраться до дома, тратя время на поиск объездных путей. С одной стороны квартала пожарный проезд был перекопан и закрыт, с другой стороны был заставлен личным транспортом, с третьей – дорогу перегораживали установленные жильцами бетонные блоки, чтобы никто не смог парковать свой личный автомобиль. В результате ПСП прибыли на место вызова, но не смогли добраться до окна, где просила о помощи девушка. Пока пожарные и спасатели решали проблему, помещение жилой квартиры, расположенной на 9-м этаже, наполнилась большим количеством дыма, и девушка, повисла на подоконнике. Жители растянули под окнами несколько одеял, но девушка сорвалась и разбилась.

14 марта 2016 года в г. Казань Республике Татарстан произошел пожар жилым доме. В момент прибытия ПСП спальня и балкон квартиры, расположенной на седьмом этаже, сильно горели, что несло угрозу распространения пожара на вышележащие этажи. Когда пожарные въехали во двор здания, вся проезжая часть около дома была занята припаркованными автомобилями. Пожарная автолестница не смогла проехать к дому, чтобы спасти людей, ищущих помощи на балконах. Пожарные вместе с жильцами дома стали вручную передвигать автомобили, мешающие проезду пожарной техники (рис. 5). В результате пожара огнем была сильно повреждена комната в квартире и 6 балконов на вышерасположенных этажах.

23 мая 2020 года произошел пожар в жилой квартире на 21-м этаже г. Мурино Ленинградской области. Для того чтобы обеспечить проезд пожарной техники, местные жители были вынуждены вручную передвигать легковой автомобиль, перегородивший въезд во двор жилого дома. В результате пожара жилая квартира значительно повреждена.



Рисунок 5 – Освобождение территории для проезда ПА

Основной и самой главной причиной заблокированных проездов является несоблюдение требований пожарной безопасности (ПБ). В соответствии с Правилами противопожарного режима [6] ширина проезжей части дорог, улиц и проездов, по которым проходит пожарный проезд, должна обеспечивать беспрепятственное движение пожарной техники с учетом ее габаритов. Размещать на проезжей части и прилегающей к ней территориях АТС, мешающие проезду пожарной техники, запрещается.

Для решения проблемы, связанной с проездом пожарной техники, необходимо осуществление мер по регулированию парковки АТС вблизи жилой застройки. Необходимо не только разрабатывать и утверждать касающиеся парковки правила и нормы, гарантирующие свободный доступ ПА к зданию при пожаре, но и обеспечивать их выполнение. Кроме того, следует информировать население и разъяснять важность соблюдения требований к отсутствию преград на путях эвакуации и особенности правильной парковки [7]. Население должно обладать знаниями об административной ответственности за нарушение требований ПБ. Важно также усилить меры безопасности на дорогах, чтобы снизить количество дорожно-транспортных происшествий. Это может включать в себя улучшение транспортной инфраструктуры, внедрение новых технологий, например, в сфере регулирования дорожного движения. Необходимо повышение уровня знаний правил дорожного движения у водителей, пассажиров и пешеходов.

В заключение следует отметить, что проблемы, связанные с АТС и их возможным влиянием на работу ПСП, требуют решения. Необходимо принять меры для обеспечения надежности, безопасности и эффективности работы пожарных служб, включая регулирование парковки и повышение безопасности движения. Однако достижение поставленных целей требует экономической оценки предлагаемых решений, затрат на их разработку и внедрение, учета эстетических требований и удобства населения.

Список литературы

1. Красавин А.В. Нормативное время прибытия пожарных к месту вызова. Реальность или миф? // Пожаровзрывобезопасность. 2010. №3. [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/normativnoe-vremya-pribytiya-pozharnyh-k-mestu-vyzova-realnost-ili-mif> (дата обращения: 29.09.2023).
2. Пожары и пожарная безопасность в 2022 году: информационно-аналитический сборник. – Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2023. – 80 с.
3. Пожары и пожарная безопасность в 2021 году: статистический сборник. – Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2022. – 114 с.
4. Fire Hydrant and Vehicle Access Guidelines for Residential, Commercial and Industrial Lots. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.qfes.qld.gov.au/sites/default/files/2021-07/BFS-FireHydrant.pdf> (дата обращения 08.09.2023)
5. Боевой устав подразделений пожарной охраны, определяющей порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ: утв. Приказом МЧС России №444 от 16.10.2017 г. [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/normativnoe-vremya-pribytiya-pozharnyh-k-mestu-vyzova-realnost-ili-mif> (дата обращения: 20.09.2023).
6. Правила противопожарного режима в Российской Федерации: утв. Постановлением РФ №1479 от 16.09.2020. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/> (дата обращения 10.10.2023)
7. Морозов Д.И., Королева Л.А. Совершенствование информированности работников Орловско-Курского региона Московской железной дороги в области пожарной безопасности // Пожарная безопасность: современные вызовы. Проблемы и пути решения: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет ГРС МЧС России. – 2022. – С. 51-54.

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЭВАКУАЦИИ ИЗ ВАГОНОВ ПРИ ПОЖАРЕ: РОЛЬ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ СДЕРЖИВАНИЯ ПОЖАРА

Попова Юлия Ивановна – студент 2-го курса магистратуры Высшей школы техносферной безопасности

Балабанов Иван Дмитриевич – аспирант Высшей школы техносферной безопасности

ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Аннотация. Показана важность железнодорожного транспорта. Проведен анализ данных о пожарах, происходящих на разных объектах железнодорожного транспорта. Предложены идеи по совершенствованию систем пожарной безопасности в пассажирских поездах с использованием систем сдерживания пожара и, как следствие, уменьшением воздействия опасных факторов пожара и улучшению процесса эвакуации.

Ключевые слова: система сдерживания пожара, эвакуация, железнодорожный транспорт, пожаротушение, безопасность, пассажирский поезд, автоматическая система тушения.

INCREASING THE SAFETY OF EVACUATION FROM CARS IN FIRE: THE ROLE OF AN AUTOMATIC FIRE CONTAINMENT SYSTEM

Popova Julia I. – 2nd year Graduate student, The Higher technosphere school

Balabanov Ivan D. – Postgraduate Student, The Higher technosphere school

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

Abstract. The importance of railway transport is considered. An analysis of data on fires occurring at various railway transport facilities was carried out. Ideas are proposed for improving fire safety systems in passenger trains through the use of fire containment systems and, as a result, reducing the impact of fire hazards and improving the evacuation process.

Keywords: fire containment system, evacuation, railway transport, fire extinguishing, safety, passenger train, automatic extinguishing system.

Железнодорожный транспорт является важной экономической составляющей страны и третьей по величине транспортной системой мира. Железные дороги обеспечивают важные соединения между регионами и странами, что позволяет, ввиду высокой грузоподъемности, перевозить большое количество грузов, в том числе пожаро-взрывоопасные и легковоспламеняющиеся вещества. Транспортировка грузов по железной дороге чаще всего намного дешевле, надежнее и безопаснее, чем транспортировка другими видами транспорта, такими как самолет или автомобиль, что оставляет за железнодорожным транспортом место основного грузоперевозчика страны. Согласно Стратегии развития данного вида транспорта железная дорога останется самым востребованным видом транспортной системы еще как минимум 6 лет [1]. Пассажирооборот за 2022 год составил 81,2 млрд пасс. -км, что на 17% больше, чем за аналогичный период 2021 года и на 40% больше, чем за 2020 года.

Учитывая высокую востребованность железнодорожного транспорта, существует необходимость повышения уровня безопасности, в том числе в области противопожарной защиты. В статье [2] представлена оценка закономерности связи пожаров и затрат на мероприятия по их предотвращению. И хотя на противопожарные мероприятия на железнодорожном транспорте выделяется все больше средств и отмечается положительная

динамика, количество пожаров все еще высоко. Анализ статистических данных, приведенных на рисунке 1, показывает, что почти четверть пожаров происходит в пассажирских вагонах.

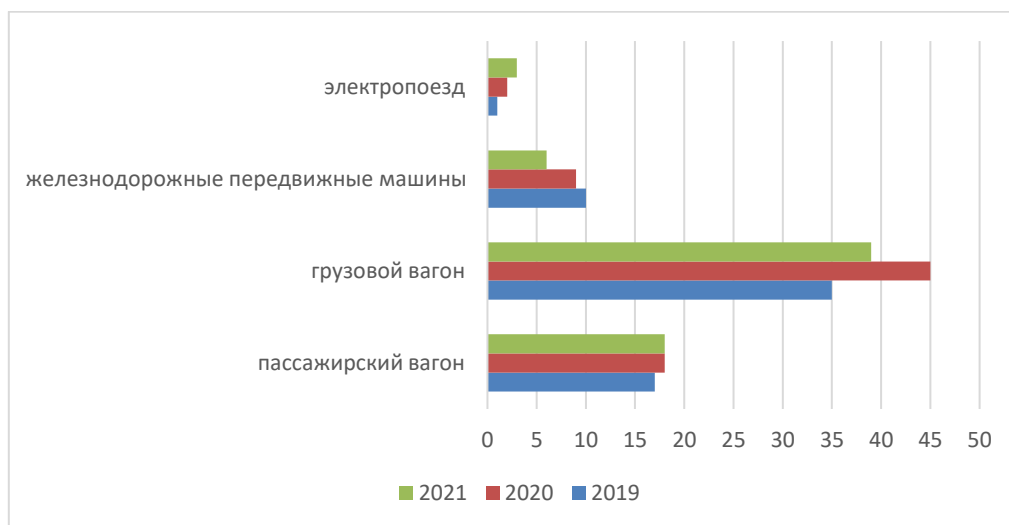


Рисунок 1 – Пожары на железной дороге за 2019-2021 годы

Устранение пожаров на железнодорожных путях сильно затрудняется тем, что пожарной охране сначала необходимо провести разведку и анализ состояния состава и грузов, отключить контактную сеть электрической железной дороги, прежде чем приступить к действиям по ликвидации самого пожара [3]. Время выгорания пассажирского вагона в движении составляет в среднем 8,5 минут, скорость распространения огня в купе $2,5 \text{ м/мин}^{-1}$, в коридоре 5 м/мин^{-1} [4]. Ввиду таких опасных факторов пожара, как дым, высокие температуры, токсичные продукты горения, затрудняется эвакуация пассажиров и персонала. На рисунке 2 представлены результаты моделирования распределения кислорода в результате возгорания в пассажирском железнодорожном вагоне [5].

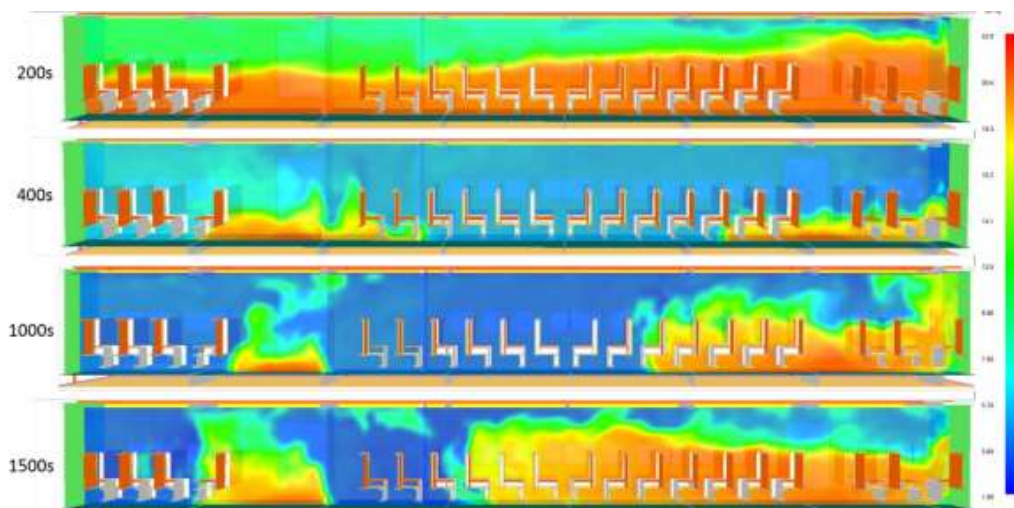


Рисунок 2 – Зависимость распределения кислорода от времени при пожаре в вагоне

Через 200-300 секунд ввиду притока кислорода воздуха в вагоне поддерживается горение воспламенившихся материалов, в результате чего внутри вагона образуется слой высокотемпературного газа. Однако через 400 секунд концентрация кислорода в вагоне снижается до менее чем 6% из-за ограниченного потока воздуха, за исключением отверстий, где происходит основное горение. По мере выхода из строя окон поток воздуха в вагон увеличивается, что приводит к увеличению концентрации кислорода. Это увеличивает

уровень воздействия, что приводит к увеличению скорости горения и усилению распространения пламени и, как следствие, к затруднению эвакуации.

Однако применение автоматической установок сдерживания пожара (АУСП) может существенно улучшить условия для эвакуации и повысить безопасность людей. Подробные требования и описание работы установок сдерживания пожара приведены в статье [6].

Система АУСП, основанная на модульном принципе (рис. 3) и состоящая из баллона с газом-теснителем, малорасходных распылителей и емкости с водой, специально рассчитанных для каждого конкретного вагона, гарантирует эффективное подавление пожара. Путем сдерживания пожара с помощью данной системы удастся значительно уменьшить количество дыма, что обеспечивает лучшую видимость в вагоне и облегчает эвакуацию пассажиров.

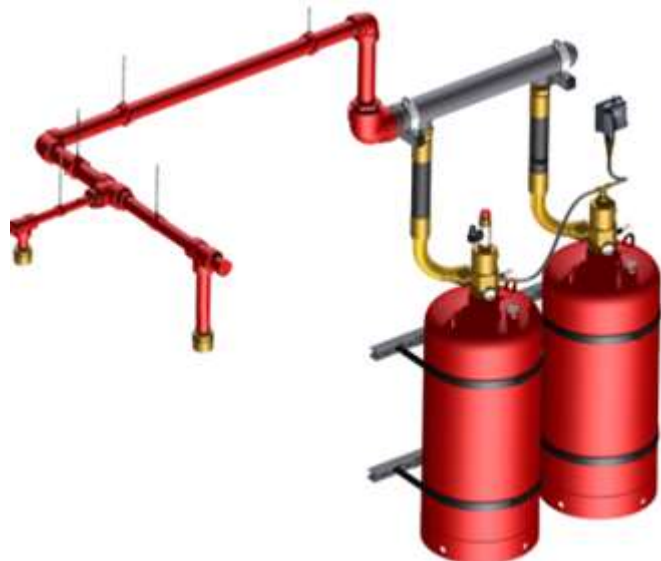


Рисунок 3 – Пример модульной системы сдерживания пожара

Такие инновации в системах тушения пожаров играют важную роль в обеспечении безопасности пассажиров и персонала, а также улучшают время и эффективность эвакуации в случае возникновения пожаров в вагонах общественного транспорта.

Использование автоматического пожаротушения в сочетании с надежным ранним обнаружением задымления является решающим фактором в случае чрезвычайной ситуации, позволяющим как можно быстрее локализовать пожар и предотвратить больший ущерб. В пассажирских зонах используется технология пожаротушения исключительно водяным туманом с безопасным газом-теснителем, чтобы не подвергать людей риску применения огнетушащего газа. Самый безопасный газ-теснитель – азот, т.к. у него самая большая безопасная концентрация в воздухе для человека. Также модульная система не требует серьезного обслуживания, хотя цена достаточно высока.

На рисунке 4 показан граф состояний для функционирования объекта, защищаемого АУСП, в таблице – перечень состояний.

Таблица – Перечень учитываемых состояний

$\{S\}$	Состояния	Вероятность
S_1	Нормальное функционирование объекта	P_1
S_2	Свободное развитие пожара	P_2
S_3	Срабатывание АУСП	P_3
S_4	АУСП сработала, но пожар развивается	P_4
S_5	Действия пожарных по тушению пожара	P_5
S_6	Ложное срабатывание АУСП	P_6
S_7	Ремонтно-восстановительные работы	P_7

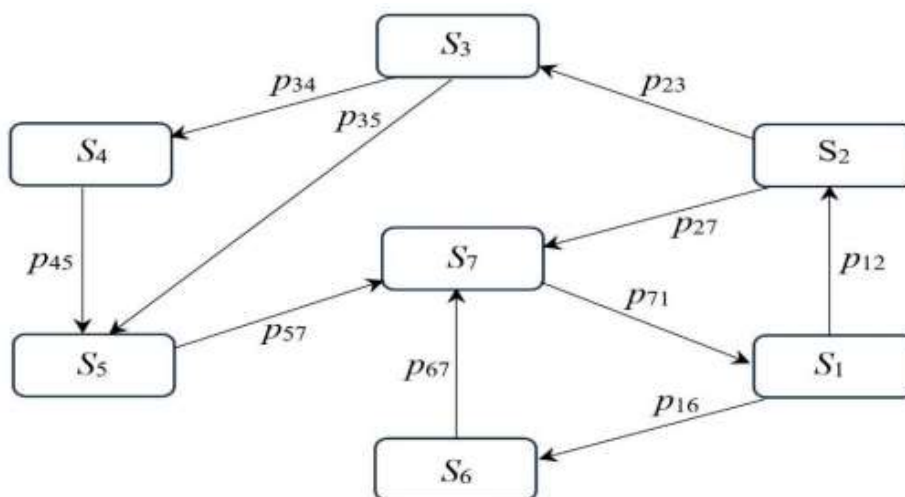


Рисунок 4 – граф состояний для функционирования объекта, защищаемого АУСП (p_{ij} – вероятности переходов)

Таким образом, в данной статье показана актуальность вопросов обеспечения пожарной безопасности в пассажирских железнодорожных вагонах. Проведено компьютерное моделирование, на основании которого предложены системы АУСП, использование которых представляет собой важный шаг в обеспечении безопасности в общественном транспорте и гарантирует, что даже в условиях пожара пассажиры смогут быть эвакуированы безопасным образом. В дальнейшем планируется провести исследования в части определения вероятностей $\{P\}$ с учётом вероятностей переходов $\{p_{ij}\}$ с использованием математического аппарата марковских процессов [7].

Список литературы

1. О Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года: Распоряжение Правительства РФ от 17.06.2008 № 877–р. [Электронный ресурс]. – URL:<https://www.consultant.ru/> (дата обращения 10.12.2023).
2. Малыгин И.Г., Катцын Д.В., Таранцев А.А. Математические закономерности пожаров на железнодорожном транспорте // Пожаровзрывобезопасность. – 2011. – № 3. – С. 15-21.
3. Крупенин С.С., Кузнецов К.Б. Развитие системы и организация работы по обеспечению пожарной безопасности на железнодорожном транспорте // Наука и техника транспорта. – 2004. – № 4. – С. 16-29.
4. Беликов В.С. Обеспечение пожарной безопасности на железнодорожном транспорте: учебное пособие / В.С. Беликов, В.В. Вислогузов, Д.В. Катцын и др. – СПб: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России. – 2014. – 100 с
5. Predicting Fully-Developed Passenger Rail Car Fire Heat Release Rate
6. Бондар А.И., Мешалкин Е.А., Танклевский Л.Т., Таранцев А.А., Цариченко С.Г. Об особенностях применения автоматических установок сдерживания пожара // Пожаровзрывобезопасность. – 2019. – №6. – С. 71-79.
7. Вентцель Е.С. Исследование операций. – М.: Советское радио, 1972. – 556 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Абдуллаева Милана Альбертовна – адъюнкт факультета подготовки кадров высшей квалификации

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева

Королева Людмила Анатольевна – доктор технических наук, доцент

Ведущий научный сотрудник лаборатории проблем экологии транспортных систем

ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук

профессор кафедры пожарной, аварийно-спасательной техники и автомобильного хозяйства

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева

Аннотация. В Российской Федерации большую актуальность имеет тема отходов, их транспортирование и хранение. Так как в РФ более 48 процентов грузооборота приходится на железнодорожный транспорт, транспортирование отходов по железным дорогам даст возможность перевозить мусор на дальние расстояния. В данной статье будут рассмотрены проблемы, связанные с обеспечением пожарной безопасности при транспортировании отходов по железным дорогам на примере зарубежных стран.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, транспортная безопасность, твердые коммунальные отходы, транспортирование отходов, полигон, пожарная безопасность.

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF TRANSPORTATION OF SOLID MUNICIPAL WASTE BY RAILWAY TRANSPORT

Abdullaeva Milana Albertovna – Adjunct Faculty of Higher Category Personnel Training

Koroleva Lyudmila Anatolyevna – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Fire, Emergency Rescue Equipment and Automotive Engineering St. Petersburg State University of the EMERCOM of Russia

Abstract. In the Russian Federation, the topic of waste, its transportation and storage is of great relevance. Since in the Russian Federation more than 48 percent of cargo turnover is accounted for by rail, transporting waste by rail will make it possible to transport waste over long distances. This article will discuss the problems associated with ensuring fire safety when transporting waste by rail using the example of foreign countries.

Keywords: railway transport, transport safety, municipal solid waste, waste transportation, landfill, fire safety.

По данным Росприроднадзора, российские свалки занимают 4 миллиона гектаров. Занятая мусором территория увеличивается на 400 тысяч гектаров ежегодно. Всего в России насчитывается больше 4 тысяч мусорных полигонов. Количество отходов возрастает примерно на 1,5% в год, что приводит к переполненности мусорных полигонов и необходимости создания новых [1].

Цель исследования: оценить перспективы развития транспортировки твердых коммунальных отходов (ТКО) железнодорожным транспортом.

На рисунке 1 представлено количество свалок, внесенных в реестр Роспотребнадзора. Чем темнее обозначен цвет субъекта, тем большее количество свалок располагается на его территории. Важно отметить, что горение и тление при накоплении и транспортировке отходов происходят регулярно [2-5], что подчеркивает значимость актуальность статьи.



Рисунок 1 – Свалки России

Согласно СанПиН 2.1.7.1322-03 транспортировку отходов вне территории предприятия допускается осуществлять всеми видами транспорта: по трубопроводам, автомобильным, воздушным и водным. В данный момент транспортирование ТКО в России осуществляется только автомобильным транспортом. Многие страны такие как Австрия, Япония, Швеция эффективно используют интермодальные перевозки отходов с использованием нескольких видов транспорта. Такой тип перевозки поможет решить проблему переполненности полигонов, доставляя ТКО в мусороперерабатывающие заводы.

На рисунке 2 представлена карта России с расположением мусороперерабатывающих заводов, расположение которых не позволяет доставлять отходы на переработку из других субъектов страны, в которых не имеется мусороперерабатывающего завода.

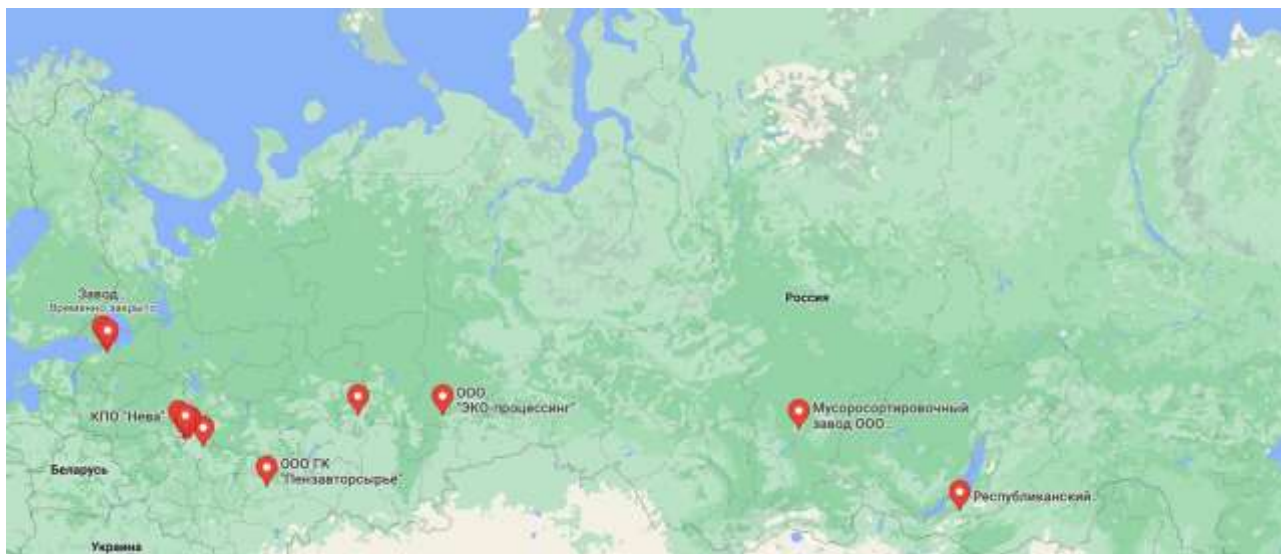


Рисунок 2 – Мусороперерабатывающие заводы России

Если сравнить рисунок 3 и рисунок 4, можно заметить, что расположение мусороперерабатывающих заводов находится рядом с железными дорогами. В России более 48% грузооборота приходится на железнодорожный транспорт, транспортирование ТКО по железным дорогам даст возможность перевозить мусор на дальние расстояния.

Также в период с 2013-2015 годы, была разработана концепция перевозки ТКО железнодорожным транспортом из Москвы в поселок Шиес Архангельской области [6], но развитие данного проекта было приостановлено. Перевозка отходов по железной дороге решит несколько проблем. Во-первых, она позволит избежать закрытия свалок, расположенных рядом с населенными пунктами. Во-вторых, снизит загруженность автомобильных дорог. Кроме того, перевозка по железной дороге на определенные расстояния может быть более экономичной, чем использование мусоровозов для транспортировки отходов на свалку. На рисунке 4 представлены достоинства и недостатки авто- и железнодорожного транспорта.

На сегодняшний день активно практикуют транспортирование отходов железнодорожным транспортом такие страны как Австрия, Швеция, Япония.

Наиболее интересным является проект Японии, так как базовая проработка проекта железнодорожной транспортировки отходов началась в 1991 году, а после проведения внутренних исследований, разработки специальных контейнеров и усовершенствования оборудования грузовых станций проект был реализован в 1995 году. Процесс отправки мусора на завод по переработке отходов железнодорожным транспортом выглядит следующим образом.

Сначала мусор, собранный мусороуборочными машинами из различных точек сбора в городе, доставляется в центр переработки, где он собирается в мусоросборники.

Затем мусор упаковывается в специальные контейнеры и перевозится контейнеровозами на терминальную станцию. Ключевыми моментами проекта были обеспечение расписания и разработка специализированных контейнеров и транспортных средств для перевозки контейнеров.

Кроме того, необходимо было разработать контейнеры с высокой степенью герметичности, исключающей разброс мусора и утечку запахов при транспортировке, а также облегчающие погрузку и выгрузку мусора.



Рисунок 3 – Основные железнодорожные пути России



Рисунок 4 – Достоинства и недостатки транспорта.

Немалое внимание уделялось пожарной безопасности при транспортировании отходов. Для этого в городе были разработаны специальные контейнеры и контейнеровозы для общего мусора, сжигаемой золы, крупногабаритных отходов и пустых банок.

Переход от грузового автомобильного транспорта к железнодорожному оказывает значительное влияние на снижение загрязнения воздуха и является экономически эффективным, а также позволяет использовать существующую инфраструктуру и обеспечивать стабильный доход от грузоперевозок для частных операторов, также позволил получить многочисленные преимущества, включая значительный эффект от борьбы с загрязнением воздуха и экономическую эффективность, использование существующей инфраструктуры и стабильные доходы от грузоперевозок для частных операторов.

Таким образом, проект является высокоэффективным, поскольку в значительной степени сократил затраты на перевозки автотранспортом и позволил приезжать длинные расстояния.

Следственно, транспортирование ТКО железнодорожным транспортом является целесообразным, но для эффективной и безопасной транспортировки должны быть разработаны определенные специальные требования, среди которых обеспечение пожарной безопасности занимает важное место. На решение этих вопросов планируется направить дальнейшие исследования.

Список литературы

1. Отчет о результатах экспертно-аналитического мероприятия «Анализ выполнения мероприятий, обеспечивающих экологическую безопасность Российской Федерации, в части ликвидации объектов накопленного вреда и формирования комплексной системы обращения с твердыми коммунальными отходами» // Бюллетень Счетной палаты РФ. – 2020. – № 9 (274). – С.6-43.
2. Медведев В.И. Система безопасности транспортирования опасных отходов на железнодорожном транспорте // Известия Транссиба. – 2013. – № 1 (13). – С. 131-139.
3. Либерман Б.А., Хмелев А.С. Экологические проблемы транспортировки опасных грузов по железным дорогам России // — Современные проблемы транспортного комплекса России. – 2016. – №1 (7). – С. 51-54.
4. Moqbel S. Characterizing Spontaneous Fires In Landfills. Ph. D. Thesis. - USA: University of Central Florida, Orlando, 2009. 102 p. [Электронный ресурс] – URL: <https://stars.library.ucf.edu/etd/3855/> (дата обращения: 20.10.2022).
5. Chavan D., Lakshmikanthan P., Mondal P., Kumar S., Kumar R. Determination of ignition temperature of municipal solid waste for understanding surface and sub-surface landfill fire // Waste Management. 2019. – Vol. 97. – P.123-130.

б. О российском опыте перевозки ТКО железнодорожным транспортом. [Электронный ресурс] – URL: <https://alexeyshtov.ru/перевозка-мусора-железнодорожной-дорогой-по/> (дата обращения 20.10 2023).

УДК 614.849

ВЫБОР СПОСОБА ТРАНСПОРТИРОВКИ И ОЦЕНКА ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ТЕКСТИЛЬНЫХ ОТХОДОВ

Королева Людмила Анатольевна – доктор технических наук, доцент

Ведущий научный сотрудник лаборатории проблем экологии транспортных систем

ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии

наук

профессор кафедры пожарной, аварийно-спасательной техники и автомобильного хозяйства

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева

Энхтамир Эрин – курсант, Монголия

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева

Захарова Елена Александровна – старший преподаватель кафедры пожарной, аварийно-спасательной техники и автомобильного хозяйства

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева

Аннотация. Анализ морфологического состава твердых коммунальных отходов (ТКО) показал, что около 3-7% по массе составляют текстильные отходы. Необходимо обеспечить безопасность при их перевозке. Цель работы заключается в выборе способа транспортировки и оценке пожарной опасности текстильных отходов. Проанализированы варианты выбора транспортных средств для перевозки ТКО внутри страны. Рассмотрена совокупность факторов, определяющих выбор способа транспортировки. Обоснована целесообразность разделения отходов на фракции на этапе сбора мусора. Для оценки пожарной опасности текстиля был проведен термогравиметрический анализ. Его результаты должны быть учтены при обосновании мероприятий по обеспечению пожарной безопасности при транспортировке текстильных отходов.

Ключевые слова: транспортные средства, твердые коммунальные отходы, автомобильный транспорт, железнодорожный транспорт, текстиль, пожарная опасность, термогравиметрический анализ.

SELECTION OF THE METHOD OF TRANSPORTATION AND ASSESSMENT OF THE FIRE HAZARD OF TEXTILE WASTE

Koroleva Lyudmila An. – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Fire, Emergency Rescue Equipment and Automotive Industry

Enkhtamir Erin – cadet, Mongolian citizenship

St. Petersburg State University of the EMERCOM of Russia

Zakharova Elena Al. – senior lecturer of the Department of Fire, Emergency Rescue Equipment and Automotive Industry

St. Petersburg State University of the EMERCOM of Russia

Abstract. Analysis of the morphological composition of municipal solid waste (MSW) showed that about 3-7% by weight is textile waste. It is necessary to ensure safety during their transportation. The purpose of the work is to select a method of transportation and assess the fire hazard of textile waste. The article analyzes the options for choosing vehicles for transporting MSW within the country. The set of factors that determine the choice of transportation method is considered. The feasibility of separating waste into fractions at the stage of garbage collection is substantiated. To assess the fire hazard of textiles, a thermogravimetric analysis was carried out. Its results should be taken into account when justifying measures to ensure fire safety during the transportation of textile waste.

Keywords: vehicles, municipal solid waste, road transport, railway transport, textiles, fire hazard, thermogravimetric analysis..

Проблема мусора остро стоит в крупных городах. Современные мегаполисы России: Москва, Санкт–Петербург и т.д. – это места происхождения около 10 000 тонн твердых коммунальных отходов (ТКО) в день [1]. В связи с резким увеличением потребления в современном мире и ростом населения возникла необходимость в выборе дальнейших вариантов, способствующих решению проблемы утилизации ТКО [1,2]. Огромное количество ТКО нуждаются в перевозке, утилизации и захоронении на сегодняшний день. Учитывая значительное количество пожаров, происходящих в местах обращения с ТКО [2,3], вопросы обеспечения пожарной безопасности отходов при их перевозке и накоплении остаются актуальными.

Анализ морфологического состава ТКО показал, что приблизительно 3-7% по массе составляют текстильные отходы [3,4]. Из них около 78% можно переработать [4]. Цель работы заключается в выборе способа транспортировки и оценке пожарной опасности текстильных отходов.

На основании данных, полученных коммунальными службами г.Москвы [1], был построен график роста массы ТКО во всех административных округах столицы с 2020 по 2022 гг. и получены прогнозные значения на 2023 и 2024 гг. (рис. 1).

Для осуществления переработки ТКО необходимо задействовать транспортный процесс, то есть автомобильные и железнодорожные виды транспорта.



Рисунок 1 –Динамика роста ТКО в г. Москва

Чтобы выбрать наиболее эффективные транспортные средства, осуществляющие вывоз ТКО из города, следует обратить внимание на ряд таких факторов как экономичность,

экологичность, грузоподъемность транспортного средства, частота отправок, оборачиваемость транспортного средства и т.д.

Учитывая рассмотренные факторы, в результате исследования был сделан вывод о том, что транспортировку ТКО на большие расстояния в Российской Федерации (РФ), составляющие 800-1500 км и выше, целесообразно осуществлять по железным дорогам. Минимальное расстояние зависит от объемов транспортировки, класса перевозимого груза и тарифа на его перевозку. Для доставки ТКО на более короткие расстояния целесообразно воспользоваться услугами автотранспорта [1]. Например, для объектов переработки, утилизации, обезвреживания и захоронения отходов, планируемых к вводу в эксплуатацию в Москве, предлагается использовать мусоровозы на шасси ГАЗ, КАМАЗ, МАЗ, КрАЗ, Scania.

Процесс переработки ТКО включает в себе следующие основные этапы (рис. 2).

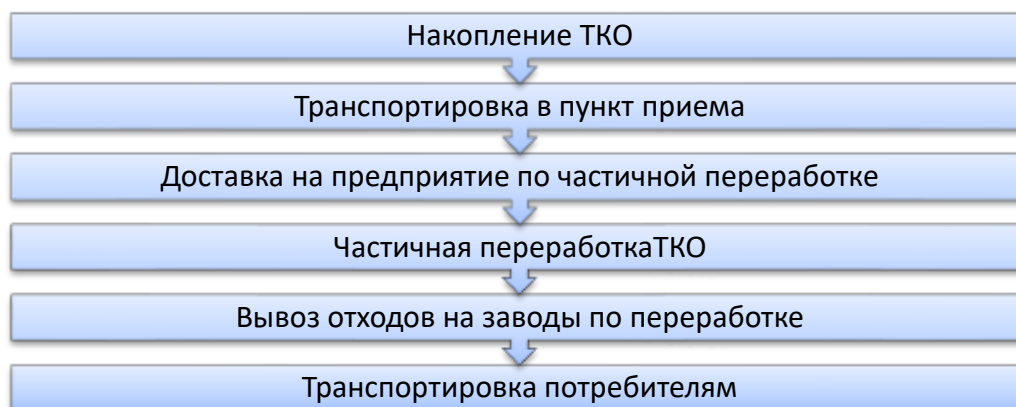


Рисунок 2 – Этапы переработки ТКО

В большинстве случаев на этапе сбора и транспортировки ТКО в городах используется автомобильный вид транспорта, а именно грузовики, предназначенные для погрузки и транспортировки отходов. После сбора ТКО из мест «приема» с помощью автотранспорта отходы доставляются к местам их частичной переработки.

При использовании железнодорожного транспорта возможна перевозка упакованных грузов в крытых вагонах, в крытых контейнерах. Перевозка ТКО в открытом подвижном составе нецелесообразна, поскольку перевозимые отходы будут загрязнять атмосферу, почву и водоемы, расположенные вблизи железнодорожных путей, токсичными веществами, выделяющимися при разложении мусора.

Классификация и разделение мусора на отдельные категории на этапе «накопление» облегчит работу с отходами на этапе частичной переработки. Во многих странах мира практикуется понятие «раздельный сбор мусора», которое подразумевает собой классификацию отходов по различным фракциям: пищевые отходы, бумага и картон, стекло (прозрачное, цветное), пластик, металл, текстиль, и т.д. Также необходимо удаление опасных отходов, которые могут повредить механизм по дроблению или вызвать аварийную ситуацию на производственной площадке или при транспортировке.

По оценкам экспертов в РФ на повторное использование направляется около 1% от общего объема выброшенного текстиля [4]. Остальной текстиль поступает в комплексы по переработке отходов в составе ТКО. Он загрязнен и перенасыщен влагой. Его можно извлечь из общей массы ТКО, но отправить на дальнейшую переработку невозможно. С помощью мокрых, грязных текстильных отходов с неприятным запахом удастся только почистить пресс изнутри после прессования грязной упаковки. Эксперты утверждают, что раздельный сбор текстильных материалов в домашних хозяйствах, государственных и частных учреждениях, на предприятиях улучшит ситуацию с переработкой текстильных материалов [4].

Текстильные материалы, в основном, являются грючими [5]. Для оценки пожарной опасности текстиля как фракции ТКО был проведен термогравиметрический анализ по

методике, представленной в работе [6]. Определено, что образцы текстильных материалов имеют несколько выраженных интервалов на графике изменения температуры:(рис. 3).

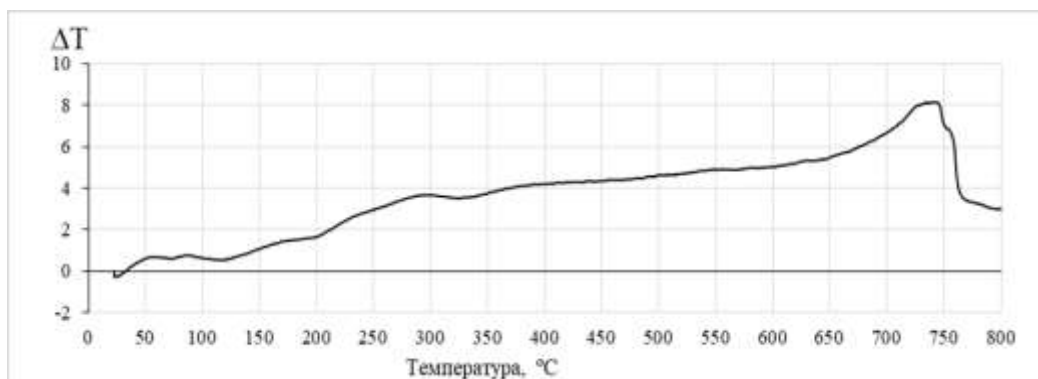


Рисунок 3 – Изменение температуры образца

Снижение температуры при 120°C связано с испарением влаги. Ее падение приблизительно при 200°C и 330°C определяется эндотермическими реакциями разложения и выделением летучих продуктов. Пик в районе 300°C связан с адсорбцией кислорода на поверхности материала. Процесс горения текстиля начинается при температуре около 730°C. Полученные результаты хорошо согласуются с результатами, полученными в работах [5-7]. При температуре около 750°C масса образца уменьшается практически до нуля, что свидетельствует о полном выгорании материала.

Полученные экспериментальные значения являются важными оценочными характеристиками пожарной опасности текстильных материалов. Их необходимо учесть при обосновании мероприятий по обеспечению пожарной безопасности процессов перевозки текстильных отходов.

Список литературы

1. Alaev M., Efimova A. Justification of the Effectiveness of the Choice of the Method of Delivery of he Effectiveness of the Choice of the Method // Transportation Research Procedia. – 2022. – Vol. 61. – P.301–307
2. Di Foggia G., Beccarello M.Improving efficiency in the MSW collection and disposal service combining price cap and yardstick regulation: The Italian case // Waste Management. – 2018. – Vol. 79. – P. 223–231.
3. Хайдаров А.Г. Королева Л.А., Ивахнюк Г.К. Эксергетическая оценка пожарной опасности перевозок на железнодорожном транспорте // Пожаровзрывобезопасность. – 2018. – Т. 27, № 10. – С. 26-37.
4. Более 78% отходов из текстиля в России можно переработать. URL: <https://rg.ru.turborpages.org/> (дата обращения 21.10.2023).
5. Сторонкина О.Е., Мочалова Т.А., Калашников Д.В.Исследование показателей пожарной опасности текстильных материалов в целях судебной пожарно-технической экспертизы // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. – 2021. – №4 (68). – С.80-85.
6. Королева Л.А., Энхтамир Э, Басова Е. Оценка пожарного риска при перевозке и захоронении твердых коммунальных отходов // Пожарная безопасность: современные вызовы. Проблемы и пути решения: материалы Международной научно-практической конференции. – СПб: СПб университет ГПС МЧС России, 2023. – С. 90-95.
7. Спиридонова В.Г., Циркина О.Г., Никифоров А.Л. Оценка пожароопасных свойств текстильных материалов из целлюлозных и полиэфирных волокон // Современные пожаробезопасные материалы и технологии: сборник материалов III Международной научно-практической конференции, посвященной 370-й годовщине образования пожарной охраны России. – Иваново, 2019. С. 210–217.

МОНИТОРИНГ И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ИНФРАСТРУКТУРНЫХ ОБЪЕКТАХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ НА ВОДОРОДНОМ ТОПЛИВЕ

Мехоношина Мария Олеговна – адъюнкт факультета подготовки кадров высшей квалификации

Актерский Юрий Евгеньевич – доктор военных наук, профессор, профессор кафедры пожарной безопасности зданий и автоматизированных систем пожаротушения

*Шидловский Григорий Леонидович – кандидат технических наук, доцент, начальник кафедры пожарной безопасности зданий и автоматизированных систем пожаротушения
ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева*

Аннотация. В Российской Федерации утвержден план мероприятий по развитию и внедрению водородной энергетики. Планируется запуск первых автобусов, работающих на водородном топливе, а в дальнейшем и запуск локомотивов, двигатель которых также работает на водородном топливе. В связи с этим являются актуальными вопросы обеспечения пожарной безопасности объектов транспортных систем.

Ключевые слова: водород, пожарная опасность, адаптивная система, мониторинг, система поддержки принятия решений.

MONITORING AND PREVENTION OF EMERGENCIES AT INFRASTRUCTURE FACILITIES OF HYDROGEN FUEL TRANSPORT SYSTEMS

Mekhonoshina Mariya O. – Postgraduate Student of the Faculty of Training highly qualified personnel

Akterskiy Yuriy E. – Doctor Military Sciences, Professor, Professor of the Department of Fire safety of Buildings and Automated Fire Extinguishing Systems

*Shidlovsky Grigory L. – Candidate of Technical Sciences, assistant professor, head of the Department of Fire safety of Buildings and Automated Fire Extinguishing Systems
Saint-Petersburg University of state fire service of EMERCOM of Russia*

Abstract. The Russian Federation has approved an action plan for the development and implementation of hydrogen energy. It is planned to launch the first buses running on hydrogen fuel, and in the future the launch of locomotives whose engines also run on hydrogen fuel. In this regard, issues related to ensuring fire safety of transport system facilities are relevant.

Keywords: hydrogen, fire hazard, adaptive system, monitoring, decision support system.

Применение водородного топлива в качестве энергоресурса для объектов транспортных систем является актуальным вопросом на сегодняшний день. Повышенное внимание водород заслужил из-за своих уникальных физико-химических свойств, в разы превосходящих аналогичные свойства углеводородов, а также своим неисчерпаемым запасом [1-2].

Исходя из вышеизложенного, не менее актуальным остается вопрос о снижении пожарной опасности таких объектов.

Пожаровзрывоопасность водорода характеризуются следующими физико-химическими свойствами, представленными в таблице 1 [3-4].

Исходя из данных таблицы, необходимо внедрение системы мониторинга и прогнозирования пожарной опасности, способной отвечать следующим параметрам [5-6]:

- система должна быть независима от колебаний внешних условий среды, где она эксплуатируется;
- система должна быть адаптирована к пожарной нагрузке объекта;
- система должна обладать интеллектуальными возможностями и способностью обеспечивать поддержку принятия решения ответственным лицом;
- система должна проводить постоянный мониторинг уровня пожарной опасности объекта.

Таблица 1 – Физико-химические свойства водорода

Показатель	Значение
Мольная теплота сгорания	241,6 кДж/моль
Стандартная температура самовоспламенения	510 °С
Температура плавления	– 259,16 °С
Температура кипения	– 252,87 °С
Концентрационные пределы распространения пламени (КПРП): в воздухе в кислороде	4,1-75,0% (об.) 4,1-96,0% (об.)
Минимальная энергия зажигания	0,017 МДж
Максимальная нормальная скорость горения в воздухе	2,7 м/с
Максимальное давление взрыва	730 кПа
Критический диаметр	0,6 10 ⁻³ м
Минимальное взрывоопасное содержание кислорода при разбавлении: азотом диоксидом углерода	5% (об.) 7,9 % (об.)

К серьезной аварии может привести разрушение транспортных систем с последующим проливом водородного топлива на грунт, так как водород имеет свойство интенсивно испаряться, смешиваясь с воздухом он образует взрывоопасную концентрацию.

Предполагаемая адаптивная система позволит вести непрерывный мониторинг на объекте и своевременно обнаружить возникновение пожароопасной ситуации. Система способна отслеживать такие параметры как: температуру окружающей среды, концентрацию водорода, интенсивность его испарение при проливе на грунт, наличие источников зажигания, горючую нагрузку, контролировать утечку водорода.

Список литературы

1. Развитие водородной энергетики в Российской Федерации до 2024 года: распоряжение Правительства Российской Федерации от 12 октября 2020 г. № 2634-р.
2. Концепция развития водородной энергетики в Российской Федерации: распоряжение правительства РФ от 5 августа 2021 г. № 2162-р.
3. Алексеева О.К., Козлов С.И., Самсонов Р.О., Фатеев В.Н. Системы хранения водорода // Транспорт на альтернативном топливе. – 2009. – № 4(10). – С. 68-74.
4. Васюков Г.К., Кожин П.А. Анализ исследований пожарной опасности водорода при нормальных условиях // Пожаровзрывобезопасность. – 2010. – №7. – С. 45-52.
5. Горячева М.О. Адаптивная система снижения пожарного риска на опасных объектах водородной энергетики и нефтегазового комплекса // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: материалы X Всероссийской научно-практической конференции. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 167-170.

б. Горячева М.О., Актерский Ю.Е., Минкин Д.Ю. Проблемы обеспечения пожарной безопасности на объектах водородной энергетики и нефтегазового комплекса // Современные проблемы гражданской защиты. – 2023. – № 1(46). – С. 78-83.

УДК 632.15

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПОЛЛЮТАНТОВ ТРАДИЦИОННЫМИ ВИДАМИ ТРАНСПОРТА

Булатов Наиль Назимович – адъюнкт факультета подготовки кадров высшей квалификации

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева

Аннотация. Ввиду быстрого роста количества автотранспорта в городах, особую актуальность приобретают исследования по оценке загрязнения воздуха. Отработавшие газы двигателей машин, плохо воздействуя на атмосферу, при высоких концентрациях создают опасность для здоровья. Наряду с этим, пространственно-временная изменчивость полей концентрации в приземном слое за счет подобных выбросов имеет ряд отличительных особенностей. Такими особенностями является сложность структуры источников выхлопов и влияние городской застройки на распространение примеси непосредственно над атмосферой. Это обуславливает необходимость регулярного экологического мониторинга поллютантов. Для статьи характерно рассмотрение поллютантов традиционных транспортных средств, также был проведен обзор литературы на тему изменения количественных показателей загрязняющих веществ в зависимости от температуры воздуха (температурный диапазон). Установлены характерные избыточные выбросы при запуске двигателя.

Ключевые слова: поллютанты, экологический мониторинг, традиционные виды транспорта, избыточный выброс.

ENVIRONMENTAL MONITORING OF POLLUTANTS BY TRADITIONAL MODES OF TRANSPORT

*Bulatov Nail Nazimovich – Adjunct of the Faculty of Training of Highly Qualified Personnel
St. Petersburg State University of the EMERCOM of Russia*

Abstract. Due to the rapid growth in the number of vehicles in cities, air pollution assessment studies are becoming particularly relevant. Exhaust gases from car engines, having a bad effect on the atmosphere and posing a threat to public health at high concentrations, pose a health hazard. Along with this, the spatio-temporal variability of concentration fields in the surface layer due to such emissions has a number of distinctive features. Such features are the complexity of the structure of exhaust sources and the influence of urban development on the spread of impurities directly above the atmosphere. It also necessitates regular environmental monitoring of pollutants. The article was characterized by the consideration of pollutants of traditional vehicles, and a literature review was also conducted on the topic of changes in quantitative indicators of pollutants depending on air temperature (temperature range). Characteristic excess emissions have been established.

Keywords: pollutants, environmental monitoring, conventional modes of transport, excess emissions.

В России на долю автотранспорта приходится больше половины всех вредных выбросов в окружающую среду, которые в крупных городах являются главным источником загрязнения атмосферы.

В странах ЕЭС на долю автотранспорта приходится до 70 % выбросов оксида углерода, до 50 % – оксидов азота (во Франции и Германии до 60–70 %), до 45 % – углеводородов и до 90 % – свинца. По данным Национальной комиссии США по качеству воздуха, 42 % выбросов в атмосферу приходится на автотранспорт, 21 % на стационарные источники, 14 % на различные промышленные процессы, 8 % на лесные пожары. В отработавших газах двигателей содержится около 280 компонентов. В среднем при пробеге 10 тыс. км за год каждый автомобиль сжигает 2 т топлива и около 20 – 30 т воздуха, в том числе 4,5 т кислорода. При этом автомобиль выбрасывает в атмосферу (кг/т): угарного газа – 700, диоксида азота – 40, несгоревших углеводородов – 230 и твердых веществ – 2–5. Кроме того, из-за применения этилированного бензина выбрасывается много соединений свинца [1].

На перенос и рассеяние загрязнений воздуха в городских условиях более всего влияют неоднородности ландшафта (рельеф, температура поверхности, застройка). Степень влияния такова, что значения концентрации в зависимости от этих факторов могут меняться на порядки величины. Пространственные поля загрязнений чрезвычайно изменчивы во времени. Если при проведении экологического мониторинга сравнительно медленно протекающих процессов (например, загрязнения почвы) допустимо построение пространственного поля на основе разнообразных данных наблюдений с разнесением их во времени на сутки и даже месяцы, то при анализе явлений в воздушной среде требуются практически синхронные измерения концентраций вредных примесей по всей исследуемой территории. Аналогичная проблема возникает при создании систем мониторинга воздушной среды. Размеры пятен загрязнения от выбросов автотранспорта колеблются от десятков до сотен метров, а среднее расстояние между постами наблюдения в большинстве случаев превышает несколько километров.

Установлены нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК) различных токсических химических веществ, содержащихся в виде газов, паров и пыли, которые при ежедневном воздействии не вызывают патологических изменений или заболеваний человека.

Данные о вредных выбросах с учетом метеорологических параметров позволяют установить уровень загрязнения и его источники, что важно для проведения целенаправленных мероприятий по оздоровлению воздушного бассейна. При исследовании загрязнений автотранспорта, требуется особенно высокое пространственное разрешение, что возможно осуществлять с использованием методов математического моделирования [2].

Рассчитанные посредством проводимого в наше время мониторинга поля концентраций примесей, различных по токсическому воздействию на здоровье населения, весьма многообразны, поэтому для их сопоставления и анализа целесообразно выявление интегрального поля, которое указывало бы на степень экологической напряженности и наиболее неблагоприятные территории с тем, чтобы в дальнейшем устранить факторы, обуславливающие негативное влияние на человека. Таким образом, к особенностям экологического мониторинга поллютантов необходимо относить ряд факторов, влияющих на увеличение выбросов в окружающую среду [3].

Проведя анализ зарубежных исследований в этой области, мы можем отметить, что как правило двигатели внутреннего сгорания сильно подвержены избыточным выбросам при запуске при низких температурах окружающей среды. Обеспокоенность по поводу влияния традиционного транспортного сектора на качество воздуха и выбросы парниковых газов остается высокой для общественности в целом. Автомобильный транспорт остается одним из крупнейших источников выбросов CO₂ в мире и является глобальной проблемой человечества. Помимо CO₂, выбросы некоторых углеводородов и твердых частиц могут оказывать значительное влияние на климат, а также на качество воздуха. В настоящее время как регулируемые выбросы, так и парниковые газы считаются подпадающими под эгиду охраны окружающей среды и как следствие являются неотъемлемой частью экологического мониторинга [4].

С появления первых автомобилей прошел значительный временной отрезок, так например в США, ЕС, Японии, Китае, Индии, введение Евростандартов 1-5 резко снизило допустимые выбросы различных загрязняющих веществ и спектр регулируемых загрязняющих веществ. Для автомобилей с двигателями бензиновыми и дизельными установлены отдельные ограничения, для обоих типов за последние 20 лет наблюдалась тенденция к существенному снижению выбросов. В целом за последние 13 лет максимально допустимые выбросы бензиновых двигателей SI снизились примерно на 40%, предельно допустимые выбросы для дизельных двигателей сейчас примерно на 80% ниже, чем были.

Хотя в процедуры испытаний были внесены изменения, чтобы попытаться количественно оценить и ограничить выбросы при холодном пуске и при низких температурах окружающей среды, есть свидетельства того, что эти меры несколько устарели. Кроме того, ограничения ЕС в настоящее время применяются только к выбросам HC и CO, и их относительно легко соблюсти. Независимо от законодательства увеличение выбросов других загрязняющих веществ при низких температурах окружающей среды имеет важные последствия для качества воздуха и даже для глобального климата.

Проводимые во всем мире исследования показали, что модели качества воздуха имеют тенденцию недооценивать выбросы при холодном пуске, так что фактические выбросы поллютантов от транспортных средств могут быть на 15%–40% больше, чем предсказывают модели. При проведении экологического мониторинга важно наличие постоянного исследования влияния низких и отрицательных температур окружающей среды на выбросы [5].

Запуск двигателя является наиболее фундаментальным переходным событием, с которыми сталкиваются автомобильные двигатели. Это связано с тем, что скорость двигателя и расход топлива изменяются от нуля до ненулевых значений за очень короткий промежуток времени еще до передачи мощности на колеса. Поведение двигателя при холодном пуске представляет собой, возможно, самую большую проблему для контроля выбросов в легковых автомобилях и ключевую тему для разработки эффективных систем доочистки. Прежде чем двигатель любого типа сможет выполнять полезную работу, он должен быть запущен. В случае с легковыми автомобилями каждая поездка (или часть поездки) требует запуска двигателя. Для успешного запуска и последующей приемлемой управляемости необходимо обогащение топлива. Кроме того, из-за низкой температуры CO и HC не окисляются в системе доочистки автомобиля в период после запуска. В результате этих факторов запуск двигателя является значительным с точки зрения выбросов и расхода топлива, и существует сильная зависимость от температуры двигателя и температуры окружающего воздуха [6].

Влияние низких и отрицательных температур окружающей среды на холодный запуск двигателей внутреннего сгорания, установленных на легковых автомобилях, широко обсуждается в литературе. Температурный диапазон, используемый во всем мире для испытаний с целью утверждения типа, обычно составляет от 20°C до 30°C. Более холодные условия на несколько градусов выше нуля приводят к увеличению выбросов и расхода топлива, и эта тенденция сохраняется по мере снижения температуры окружающей среды ниже нуля градусов по Цельсию. Хотя математическая форма реакции может быть различной, холодный запуск при низкой температуре окружающей среды приводит к увеличению выбросов HC, CO и CO₂. Расход топлива увеличивается, и выбросы NO_x также могут увеличиваться. Системы доочистки не функционируют должным образом в течение первых 20-100 секунд работы двигателя после холодного пуска, еще не достигнув момента отключения зажигания, и это препятствует эффективному снижению повышенных выбросов HC, CO и NO_x из выхлопной трубы. Как правило, в большинстве случаев на каждом легковом автомобиле производится от одного до двух холодных пусков. Около 70% всех поездок начинаются с холодного пуска. Таким образом при проведении экологического мониторинга поллютантов традиционных транспортных средств важно изучать особенности запуска в зимнее время года при пониженных температурах окружающей среды и учитывать факторы, способствующие увеличению выбросов поллютантов.

Отметим ряд актуальных мероприятий, которые способствуют снижению уровня поллютантов [7]: желательно начать движение сразу после запуска двигателя и поддерживать температуры двигателя выше температуры окружающей среды. Это может быть достигнуто тремя основными способами: содержание автомобиля в отапливаемом гараже или парковочном комплексе; использование электрического подогревателя для подогрева двигателя и его жидкостей перед запуском; планирование поездок таким образом, чтобы двигатель не успевал полностью остыть между поездками.

Не все эти подходы применимы, но при определенных обстоятельствах потенциально может быть использована комбинация всех трех подходов.

Список литературы

1. Ревич Б.А. Российский и международный опыт разработки планов действий по защите здоровья населения от климатических рисков // Гигиена и санитария. – 2020. – Т. 99, № 2. – С. 176–181.
2. Ревич Б.А. Риски здоровью населения в «горячих точках» от химического загрязнения арктического макрорегиона // Проблемы прогнозирования. – 2020. – № 2(179). – С. 148–157.
3. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2018 год. – М.: Росгидромет, 2019. – 225 с.
4. <https://gosdoklad-ecology.ru/2017/arkticheskaya-zona-rossiyskoy-federatsii/sostoyanie-okruzhayushchey-sredu/> (дата обращения: 10.11.2022).
5. Ложкин В.Н., Онищенко И.А., Ложкина О.В. Уточненная аналитическая модель катализа отработавших газов в условиях низких температур // Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России. – 2017. – № 4. – С. 78–85.
6. Weilenmann M., Favez J.-Y., Alvarez R. Cold-start emissions of modern passenger cars at different low ambient temperatures and their evolution over vehicle legislation categories // Atmospheric Environment. – 2009. – V. 43. – P. 2419–2429.
7. Weilenmann M., 2005. Regulated and nonregulated diesel and gasoline cold-start emissions at different temperatures // Atmospheric Environment. – 2005. – V. 39. – P. 2433–2441.

УДК 614.844.2

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МОДУЛЬНЫХ УСТАНОВОК ПОЖАРОТУШЕНИЯ ВОДЯНЫМ ТУМАНОМ В УСЛОВИЯХ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ МОРСКИМ ТРАНСПОРТОМ

Пустовалов Илья Андреевич – преподаватель кафедры механики и инженерной графики

ФГБОУ ВО Академия Государственной противопожарной службы МЧС России

Иванов Алексей Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры пожарной безопасности технологических процессов и производств

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева

Киселева Виктория Сергеевна – адъюнкт факультета подготовки кадров высшей квалификации

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева

Аннотация. В работе определена потенциальная проблема автономного морского транспорта в условиях полноценной замены экипажа искусственным интеллектом. Приведены примеры автоматизированного морского транспорта, успешно применяемые для

решения практических задач. Рассмотрен альтернативный способ обеспечения пожарной безопасности на морских судах, управление которыми осуществляется дистанционно.

Ключевые слова: морской транспорт, пожар, модульная установка пожаротушения, искусственный интеллект, водяной туман.

POSSIBILITY OF APPLICATION OF WATER MIST EXTINGUISHING SYSTEM IN CONDITIONS OF REMOTE CONTROL OF MARITIME TRANSPORT

*Pustovalov Ilya A. – Department of Mechanics and Engineering Graphics
Academy of the State Fire Service of Emercom of Russia*

Ivanov Alexey V. – Ph.D., Associate Professor Department of Fire Safety of Technological Processes and Production

Saint-Petersburg University of state fire service of EMERCOM of Russia

Kiseleva Victoria S. – Adjunct Faculty of Training of Highly Qualified Personnel

Saint-Petersburg University of state fire service of EMERCOM of Russia

Abstract. *The paper defines the potential problem of autonomous maritime transportation in the conditions of full-fledged replacement of the crew by artificial intelligence. Examples of automated maritime transportation successfully applied to solve practical problems are given. An alternative way of ensuring fire safety on marine vessels remotely controlled is considered.*

Keywords: *maritime transport, fire, water mist extinguishing system, artificial intelligence, water mist.*

Закономерное увеличение темпа развития общества требует нового подхода к совершенствованию транспортных систем. Частным случаем является морской транспорт, основные преимущества которого: возможность транспортировки грузов на большие расстояния (свыше 750 км), низкая стоимость перевозки груза, достигающаяся за счет контейнеризации, относительная экологическая эффективность, грузоподъемность (до 450 тыс. тонн) [1]. Чрезвычайные ситуации на морском транспорте могут привести к значительным экономическим и экологическим последствиям. Наиболее распространённой причиной возникновения чрезвычайной ситуации на море является столкновение судов в результате принятия ошибочных решений экипажа [2].

Поскольку мы находимся на рубеже информационной и интеллектуальной эпохи, возникает смещение акцента на разработку и внедрение искусственных когнитивных технических систем, в том числе в области транспорта [3]. В целях снижения антропогенного фактора на возникновение чрезвычайных ситуаций на море уже не первый год непосредственное участие принимает искусственный интеллект. В настоящее время ведутся разработки, а также тестируются полностью автоматизированные и автономные суда без экипажа [4,5]. Наиболее успешным представителем судна без экипажа является полностью автономный паром Finferries Falco, использующий технологию Rolls-Royce Ship Intelligence (рис.). Однако не только антропогенный фактор является причиной возникновения чрезвычайных ситуаций на судне. Часто нарушение требований пожарной безопасности приводит к возгоранию горючих материалов. Современный водный транспорт насыщен многочисленным оборудованием, работающим при высоких температурах и давлении на жидком топливе и масле, иногда требующем прогрева, вследствие чего увеличивается количество источников зажигания [6]. В условиях отсутствия на борту судна экипажа требуется предусмотреть новые подходы к обеспечению пожарной безопасности.

В настоящее время объекты водного транспорта оснащены системой углекислотного пожаротушения. Недостатками углекислотной системы пожаротушения являются большое количество баллонов, высокая стоимость оборудования, значительные расходы на перезарядку баллонов, невозможность тушения пожара в незамкнутом объеме.



Рисунок – Автономный паром Finferries Falco

Для предотвращения распространения пожара авторским коллективом [7] рассматривался вопрос о ликвидации возгорания на ранней стадии. Для этого было предложено использование огнетушителя резки высокого давления (устройство CCS Cobra), а в качестве огнетушащего вещества – водяной туман, подаваемый в помещение под давлением. Эксперименты показали эффективность применения данного устройства. Однако в условиях отсутствия экипажа на судне применения данного способа тушения не представляется возможным.

В работах [8,9] представлены результаты исследований применения углеродных наноструктур в составе водяного тумана. Данное огнетушащее вещество предлагается использовать в системе модульного пожаротушения, объем которых составляет до 16 л. Размещение модулей пожаротушения возможно в местах сосредоточения наибольшей пожарной нагрузки: топлива, смазочных материалов и т.п.

Таким образом, внедрение модульных установок пожаротушения водяным туманом является эффективной автоматизированной системой, способной обеспечить пожарную безопасность судна в условиях отсутствия экипажа.

Список литературы

1. Малевич В.Д., Пешина Э.В. Основные преимущества развития интермодальных перевозок // Достижения науки и образования. – 2018. – № 17 (39). – С. 20-21.
2. Электронная статистика за 2022 год. Japan Transport Safety Board. – 2023. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.mlit.go.jp/jtsb/statistics_mar.html (дата обращения 13.10.2023).
3. Малыгин И.Г., Комашинский В.И., Афонин П.Н. Системный подход к построению когнитивных транспортных систем и сетей // Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. – 2015. – №. 4. – С. 68-73.
4. Гладкова А.М., Марушевский М.В., Фаустова О.Г. Искусственный интеллект и автоматизация в навигации и судоходстве. Снижение влияния человеческого фактора // Вестник молодежной науки. – 2021. – №. 5 (32). – С. 6.
5. Levander O. Autonomous ships on the high seas // IEEE spectrum. – 2017. – Т. 54. – №. 2. – С. 26-31.

6. Калач А.В., Лоран Н.М., Николаев Д.И. Современное состояние обеспечения пожарной безопасности на водном транспорте // Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций. – 2020. – С. 353-359.

7. Hlaváčová I. M., Vondra A. Future in marine fire-fighting: High pressure water mist extinguisher with abrasive water jet cutting // NAŠE MORE: znanstveni časopis za more i pomorstvo. – 2016. – Т. 63. – №. 3 Special Issue. – С. 102-107.

8. Пустовалов И.А., Иванов А.В. Модернизация модульных установок пожаротушения для тушения пожаров на объектах с обращением нефтепродуктов // Пожарная безопасность: современные вызовы. Проблемы и пути решения: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – 2022. – С. 145-147.

9. Пустовалов И.А. Экспериментальное исследование огнетушащей способности модульных установок пожаротушения тонкораспыленной водой, модифицированной астраленами //Пожаровзрывобезопасность. – 2021. – Т. 30, № 5. – С. 84-97.

УДК 656.13

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПОЛЛЮТАНТОВ В ОТРАБОТАВШИХ ГАЗАХ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ НА РЕЖИМЕ ПРОГРЕВА ДВИГАТЕЛЯ

Мальчиков Константин Борисович – адъюнкт

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева

Аннотация. Работа непрогретого двигателя внутреннего сгорания сопряжена со значительными выбросами загрязняющих атмосферный воздух газообразных веществ, что может нанести вред здоровью находящемуся вблизи человеку. В работе предлагается проведение экспериментальных и сравнительных исследований влияния степени прогрева двигателя автомобиля на количественный и качественный состав основных загрязняющих атмосферный воздух веществ в выхлопных газах автотранспортных средств, в том числе при различных температурных режимах окружающего воздуха.

Ключевые слова: выхлопные газы, двигатели внутреннего сгорания, автотранспортные средства, загрязнение атмосферы, вред здоровью, техногенное воздействие, замеры выбросов; поллютаты.

RESEARCH OF THE CONTENT OF POLLUTANTS IN THE EXHAUST GASES OF PASSENGER CARS IN THE ENGINE WARM-UP MODE

Malchikov Konstantin B. – postgraduate student of the Department of Chemistry and Combustion Processes

Saint Petersburg University of the State Fire Service of the EMERCOM of Russia

Abstract. The operation of an unheated internal combustion engine is associated with significant emissions of gaseous substances polluting the atmospheric air, which can be harmful to the health of a person in the vicinity. The paper proposes to conduct experimental and comparative studies of the influence of the degree of warming up of the car engine on the quantitative and qualitative composition of the main air pollutants in the exhaust gases of motor vehicles, including at different ambient temperature conditions.

Keywords: exhaust gases; internal combustion engines; motor vehicles; atmospheric pollution; harm to health; man-made impact; emissions measurements; pollutants.

Степень вредного воздействия продуктов эмиссии двигателей внутреннего сгорания в значительной степени может усиливаться при холодном запуске мотора и работе его в непрогретом состоянии. Во многих густонаселенных районах крупных населенных пунктов со слабо развитой улично-дорожной сетью исторической части здания и сооружения окружены в большинстве своем случаев постоянно эксплуатирующимся автотранспортом [1-3].

Как известно, работа двигателя внутреннего сгорания автомобилей в «холодном» состоянии сопряжена со значительным количеством выбрасываемых в воздух загрязняющих веществ [4-10]. Несомненно, в этом причина того обстоятельства, что во многих странах мира вводятся специальные ограничительные меры на запрет стоянки автотранспортных средств с работающим двигателем, например, на парковочных зонах или вблизи жилых зданий и строений.

Вместе с тем, в руководстве по эксплуатации большинства автотранспортных средств производителем указывается на необходимость прогрева двигателя после длительной остановки в течение нескольких минут на холостом ходу с целью прогрева моторного масла и постепенной смазки им всех работающих деталей.

В Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России под руководством профессора В.Н. Ложкина на протяжении многих лет проводятся исследования влияния режима и условий работы двигателей на качественно-количественный состав отработавших газов [11].

Ввиду актуальности проблемы, исследования продолжаются, и в данной работе представлены результаты измерений концентраций загрязняющих веществ в отходящих газах двигателей внутреннего сгорания легковых автомобилей в момент их запуска и последующего прогрева на режиме холостого хода при различных температурных условиях. При этом фиксировалось время с начала пуска двигателя до каждого измерения (τ), а также показания частоты вращения коленчатого вала двигателя ($n_{\text{факт}}$) с помощью штатного тахометра автомобиля. Проведение замеров было осуществлено весной и летом 2023 года на территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области на автомобилях с непрогретыми двигателями, находившимися на парковке до испытаний более 6 часов, температура окружающего воздуха при этом в среднем составляла в весенний период времени (март) $+3...+7$ °С, а в летний $+22...+24$ °С.

Измерения концентраций загрязняющих атмосферный воздух веществ двигателей автотранспортных средств проводились с помощью газоанализатора «Инфракар 5МЗТ.02Л» (рисунок).



Рисунок – Замер концентраций загрязняющих веществ в выхлопных газах двигателя легкового автомобиля Peugeot 407:

а) Санкт-Петербург, март 2023 года; б) Ленинградская область, август 2023 года

С более подробными характеристиками газоанализатора «Инфракар 5МЗТ.02Л» можно ознакомиться в нашей статье [12]. Замер концентраций газоанализатором «Инфракар 5МЗТ.02Л» возможен при температуре от 0 °С.

В качестве объектов исследования были выбраны легковые автомобили различных марок и моделей и степени изношенности. В таблицах 1 и 2 представлены результаты проведенных испытаний. Представленные экспериментальные данные выбросов подтверждают их большее содержание на режиме запуска и прогрева и еще их большую концентрацию при тех же процедурах в холодное время года [13]. В холодный период времени для стабилизации количества оборотов коленчатого вала двигателя требуется затратить относительно значительный период времени работы мотора на режиме холостого хода.

Таблица 1 – Содержание загрязнителей в отработавших газах легковых автомобилей категории М₁ (весна 2023 года)

Марка и модель АТС	Режим испытания	n _{факт} , об/мин	Загрязнитель				O ₂ , % (об.)	λ	τ, сек
			CO, % (об.)	CO ₂ , % (об.)	CH, ppm	NO _x , ppm			
Mazda CX-5	XX (не прогр.)	1 380	0,254	2,717	94	48	9,967	3,258	10
	XX (прогр.)	600	0,022	13,890	10	< п.о.	0,044	1,001	441
Peugeot 407	XX (не прогр.)	1 150	2,560	9,296	316	8	0,531	0,918	10
	XX (прогр.)	700	< п.о.	11,990	< п.о.	< п.о.	0,047	1,006	450
KIA RIO	XX (не прогр.)	1 200	4,971	9,690	976	54	0,409	0,828	19
	XX (прогр.)	800	0,121	13,400	17	< п.о.	0,002	0,995	530

Примечание: АТС – автотранспортное средство; n_{факт} – фактическая частота вращения коленчатого вала двигателя; XX – холостой ход; < п.о. – содержание загрязнителя меньше предела обнаружения газоанализатора

Таблица 2 – Содержание загрязнителей в отработавших газах легковых автомобилей категории М₁ (лето 2023 года)

Марка и модель АТС	Режим испытания	n _{факт} , об/мин	Загрязнитель				O ₂ , % (об.)	λ	τ, сек
			CO, % (об.)	CO ₂ , % (об.)	CH, ppm	NO _x , ppm			
Mazda CX-5	XX (не прогр.)	1 250	0,220	13,270	49	93	1,199	1,059	6
	XX (прогр.)	600	0,034	14,010	75	3	0,238	1,007	138
Peugeot 407	XX (не прогр.)	1 100	2,114	6,727	514	1	3,507	1,130	8
	XX (прогр.)	700	0,046	14,070	24	3	< п.о.	0,997	220
KIA RIO	XX (не прогр.)	1 200	2,832	11,530	312	75	0,657	0,930	10
	XX (прогр.)	800	0,226	14,230	204	3	0,024	0,985	318

Дополнительным аргументом в пользу необходимости ограничения длительного пребывания автомобилей с запущенными двигателями на холостом ходу в жилых зонах, зонах

парковки и т.д., служит также тот факт, что современные моторные масла обладают хорошей текучестью при низких температурах (низкой вязкостью), что обеспечивает хорошие смазывающие качества при запуске двигателя [14,15]. Многие крупные производители смазывающих моторных материалов, в том числе в Российской Федерации, заявляют, что их технологии производства на основе базовых синтетических сверхстойких масел и добавок противоизносных компонентов (присадок) позволяют создать достаточно стойкий барьер между трущимися деталями двигателя уже с 1-й секунды его холодного запуска.

Таким образом, ограничение стоянки автотранспортных средств с работающим двигателем в парковочных зонах, жилых спальных районах населенных пунктов, вблизи природных объектов и др. более чем оправдано, а в целях минимизации износа двигателя при движении автомобиля после непродолжительного прогрева (до 5 минут) в холодное время года, автовладельцами важно дополнительно напомнить о других предписаниях производителя автомобиля – не повышать резко обороты коленчатого вала двигателя после холодного пуска, избегая при этом резких ускорений, придерживаясь скорости движения автомобиля не более 30-40 км/ч.

Список литературы

1. Lozhkin V., Lozhkina O., Dobromirov V. A study of air pollution by exhaust gases from cars in well courtyards of Saint Petersburg // *Transportation Research Procedia*. – 2018. – Vol. 36. – Pp. 453-458.

2. Ложкина О.В., Мальчиков К.Б. Анализ опасного загрязнения воздушной среды выбросами двигателей внутреннего сгорания автомобилей и судов // *Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы: материалы Международной научно-практической конференции*. – С. 517-522.

3. Ложкина О.В., Мальчиков К.Б. Исследование структуры интенсивности движения автотранспортных средств и пассажирских судов в историческом центре Санкт-Петербурга // *Транспорт России: проблемы и перспективы – 2022: материалы Международной научно-практической конференции*. – СПб.: ИПТ РАН. – 2022. – Т. I. – С. 91-95.

4. Гаваев А.С., Чайников Д.А., Ярков С.А. Оценка влияния отрицательных температур окружающего воздуха на изменение выбросов вредных веществ с отработавшими газами газобаллонных автомобилей // *Автогазозаправочный комплекс + Альтернативное топливо*. – 2016. – № 5. – С. 23-28.

5. Цыплакова Е.Г., Янкевич Ю.Г., Цыплаков В.Г. Особенности воздействия вторичного рынка автомобилей на состояние окружающей среды // *XXI Царскосельские: материалы международной научной конференции*. – 2017. – Т. III. – С. 353-359.

6. Гусаков С.В., Шарипов А.З., Меньших А.А. Улучшение экологических показателей автомобильного двигателя с искровым зажиганием в период прогрева после холодного пуска // *Вестник РУДН*. – 2011. – № 3. С. – 60-67.

7. Шабанов А.В., Кондратьев Д.В., Ванин В.К., Дунин А.Ю. К вопросу повышения эффективности систем нейтрализации оксидов азота в дизельных ДВС // *Известия МГТУ «МАМИ»*. – 2021. – № 2. – С. 101-112.

8. Суфиянов Р.Ш. Исследование химического состава выхлопных газов бензиновых двигателей внутреннего сгорания // *Вестник технологического университета*. – 2018. – № 12. – С. 98-101.

9. Ложкина О.В., Онищенко И.А. Методика оценки выбросов опасных компонентов отработавших газов при пуске и прогреве двигателей автотранспортных средств в климатических условиях Арктики // *Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России*. – 2020. – № 3. – С. 30-37.

10. Ложкина О.В., Онищенко И.А. Анализ опасного загрязнения атмосферного воздуха крупных городов Арктической зоны отработавшими газами транспортных средств // *Проблемы управления рисками в техносфере*. – 2020. – № 3(55). – С. 20-26.

11. Ложкина О.В., Сорокина О.В., Ложкин В.Н. Совершенствование информационного процесса мониторинга экологической безопасности автотранспортных средств при пуске и прогреве двигателя // Проблемы управления рисками в техносфере. – 2016. – №4 (40). – С. 17-24.

12. Ложкина О.В., Мальчиков К.Б. Метод прогнозирования техногенных опасностей на основе определения содержания поллютантов в отработавших газах лодочных моторов // Проблемы управления рисками в техносфере. – 2023. – № 1. – С. 127-138.

13. Стрельников А.В., Третьяк Л.Н. Предложения по оценке массы выбросов вредных веществ в отработавших газах при пуске и прогреве двигателей автомобилей на придомовых территориях Оренбурга // Шаг в науку. – 2019. – № 3. – С. 50-54.

14. Соломахин Ю.В. Особенности повышения требований к моторным маслам в свете ужесточения экологических норм к выхлопным газам // Автомобильный транспорт Дальнего Востока. – 2014. – № 1. – С. 357-360.

15. Лисин В.А., Танская М.А. Особенности применения моторных масел в современных автомобильных двигателях внутреннего сгорания // Архитектурно-строительный и дорожно-транспортный комплексы: проблемы, перспективы, инновации: материалы IV-й международной научно-практической конференции. – Омск. – С. 159-162.

УДК 681.5

МЕТОД ВЫЯВЛЕНИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ДАТЧИКОВ С ПОМОЩЬЮ ФИЛЬТРА КАЛМАНА В СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ ВЛАЖНОСТИ В ГРУЗОВЫХ ОТСЕКАХ СУДНА

Соболев Вячеслав Сергеевич – магистрант кафедры электроэнергетики и электротехники

Черный Сергей Григорьевич – доцент кафедры электроэнергетики и электротехники

Козаков Дмитрий Владимирович – аспирант кафедры электроэнергетики и электротехники

ФГБОУ ВО Керченский государственный морской технологический университет

Аннотация. В работе рассматривается способ выявления неисправностей на сенсорных узлах контроля влажности грузовых отсеков сухогруза при помощи фильтра Калмана. Этот способ не используется на данный момент на современных судах, но позволит решить сразу ряд проблем, таких как сохранность груза, уменьшение затрат на оборудование по сравнению с традиционными способами, увеличение осадк судна в связи с увеличением веса груза из за влаги.

Ключевые слова: фильтр Калмана, контроль влажности, AR-моделирование, сенсорные узлы, авторегрессия.

METHOD FOR DETECTING SENSOR FAULTS USING A KALMAN FILTER IN THE HUMIDITY CONTROL SYSTEM IN THE CARGO COMPARTMENTS OF A VESSEL

Sobolev Vyacheslav S. – master's student Electrical power engineering and electrical engineering

Chernyi Sergey G. – PhD of Electrical Power engineering and electrical engineering

Kozakov Dmitry Vl. – postgraduate student Electrical power engineering and electrical engineering

Kerch State Maritime Technological University

Abstract. This paper discusses a method for identifying faults in sensor nodes for monitoring the humidity of cargo compartments of a bulk carrier using a Kalman filter. This method is not currently used on modern ships. It will allow solving a number of problems at once, such as cargo safety, reduction of equipment costs compared to traditional methods, vessel draft greater than planned due to an increase in cargo weight due to moisture.

Keywords: Kalman filter, humidity control, AR modeling, sensor nodes, autoregression.

Система состоит из множества небольших и недорогих сенсорных узлов, расположенных на сухогрузе в отсеках для хранения груза для мониторинга параметров влажности и совместной передачи полученных данных в центр управления через беспроводную связь для обработки и расчета необходимой влажности зерна и воздуха. Эти небольшие устройства подвергаются воздействию агрессивных и суровых условий в течение длительного периода времени. Этот фактор делает их подверженными отказам. Как правило, неисправный сенсорный узел сообщает данные, несовместимые с истинным положением, а ошибочные данные, генерируемые датчиками, могут вызвать неправильные действия центра управления. Поэтому необходимы точность и надежность измерений [1-3].

Эта проблема требует, чтобы система обнаружения неисправностей датчиков анализировала и проверяла измерения, полученные от датчиков, прежде чем предпринимать какие-либо действия в процессе вентиляции. Традиционный метод обнаружения неисправностей датчиков заключается в дублировании узлов датчиков, измеряющих одновременно одну и ту же переменную, и последующем сравнении результатов измерения. Значительное отклонение результата одного от других, свидетельствует о неисправности. Очевидно, что этот метод существенно удорожает и усложняет систему.

В этом исследовании представлен новый подход к обнаружению неисправностей датчиков в режиме реального времени, применяемый для сохранности груза и неизменности осадки судна. Исследование направлено на обеспечение надежности данных, полученных от датчиков мониторинга параметров влажности в отсеке для отслеживания влажности перевозимого груза, который может увеличиваться в весе и тем самым влиять на осадку судна. Благодаря инновационной комбинации авторегрессионной модели и фильтра Калмана достигается успешное и точное обнаружение неисправностей датчиков, повышающее надежность измерений.

Предлагаемый подход адаптирован к ограничениям ресурсов сенсорных узлов и позволяет обойти проблему нехватки достоверной информации о грузе. Кроме того, для обучения системы не требуется огромного набора данных.

Материалы и методы. Мониторинг параметров влажности в грузовых отсеках необходим для контроля как веса, так и сохранности груза. Поэтому требуется точность данных, выдаваемых с сенсорных узлов, которые контролируют этот параметр. С этой целью разрабатывается алгоритм анализа данных, выдаваемых распределенными сенсорными узлами, и обнаружения появления неисправностей.

Сначала создается алгоритм прогнозирования показаний датчиков [2], При сборе данных видно, что измеряемые данные (влажность груза и воздуха) не являются случайными и изменяются плавно; последовательные показания датчиков зависят от времени. Для прогнозирования показаний датчиков в нормальных условиях используется алгоритм фильтра Калмана для каждого сенсорного узла.

Процесс перехода состояния фильтра Калмана построен на основе модели авторегрессии (AR). Предполагается, что узлы датчиков не имеют неисправностей при построении алгоритма прогнозирования показаний датчиков. Основная идея предлагаемой схемы прогнозирования данных датчиков проиллюстрирована на рисунке 1.

Модель AR – это тип случайного процесса, который может использоваться для описания природных явлений. Его также можно использовать для прогнозирования будущего значения интересующей переменной с помощью линейной комбинации предыдущих значений

переменной. AR-модель порядка n может быть представлена как AR (n), и она определяется следующим образом:

$$X_t = C + \sum_{k=1}^n \varphi_k X_{t-k} + \varepsilon_t, \quad (1)$$

где C – постоянная, φ_k для $k=1, \dots, n$ являются коэффициентом AR – модели и ε_t это белый шум.



Рисунок 1 – Диаграмма прогнозирования показаний датчиков на основе авторегрессионной модели и фильтра Калмана

Фильтр Калмана – это мощный рекурсивный фильтр, который позволяет с точностью оценивать текущее состояние линейной динамической системы на основе серии наблюдаемых измерений, даже если эти измерения могут быть шумными или с неточностями. Он может также служить предиктором будущей ценности состояния и широко применяется в инженерных приложениях, таких как системы управления, слежения за целями и многое другое. Фильтр Калмана известен своей простой формой, не требует сложных вычислений и служит для предсказания состояние процесса с дискретным временем, который представлен следующим линейным стохастическим разностным уравнением:

$$x(k) = Ax(k - 1) + W(k), \quad (2)$$

где $x(k)$ является ли прогнозируемое состояние в момент времени k , а является матрицей перехода состояния, которая передает $x(k - 1)$ для $x(k)$, и $W(k)$ предполагается, что шум процесса является гауссовым с нулевым средним значением и ковариацией Q . Модель процесса перехода состояния сопряжена с уравнением измерения, которое позволяет наблюдать состояние и может быть описано следующим образом:

$$y(k) = Hx(k) + V(k) \quad (3)$$

где $y(k) \in R^m$ – вектор измерения в момент времени k , H – матрица измерений и $V(k)$ предполагается, что вектор шума измерения является гауссовым с нулевым средним значением и ковариацией R .

Фильтр Калмана работает в два этапа: прогнозирования и обновления. На этапе прогнозирования оценка состояния текущего временного шага прогнозируется на основе обновленной оценки состояния предыдущего временного шага, и прогнозируемая ковариация ошибок также вычисляется на этом этапе прогнозирования, поскольку они определены в уравнениях и соответственно [3,4].

На этапе обновления сначала вычисляется коэффициент усиления по Калману. Затем обновленная оценка состояния вычисляется с использованием текущего измерения, чтобы скорректировать прогнозируемую оценку состояния и дать более точную оценку состояния

для текущего временного шага. После этого фильтр Калмана вычисляет обновленную ковариацию ошибок.

В следующих уравнениях оператор hat “ $\hat{\cdot}$ ” обозначает оценку состояния, где верхние индексы “ $-$ ” и “ $+$ ” указывают прогнозируемую и обновленную оценку состояния соответственно.

Результаты исследования. Схема обнаружения неисправностей на основе фильтра Калмана. Для каждого сенсорного узла фильтр Калмана прогнозирует виртуальный выходной сигнал датчика, как показано на рисунке 2, где в обычном случае измерения сенсорного узла соответствуют прогнозируемым данным. При выходе датчика из строя, он начинает отклоняться от прогнозируемых данных.



Рисунок 2 – Структурная концепция обнаружения неисправностей датчиков

Остаточный сигнал – это индикатор неисправности, генерируемый на основе разницы между измерением датчика и его прогнозом. Можно обнаружить неисправность датчика, оценив этот генерируемый остаток, используя соответствующий порог.

$$r = y - \hat{y}, \quad (4)$$

где r , y и \hat{y} являются остаточным вектором, измерением датчика и его прогнозируемым выходом соответственно.

Теоретические при исправном датчике остаточное значение близко к нулю, а при возникновении неисправности от нуля. Однако остаточное значение не равно нулю даже в исправном режиме из-за шума измерения или помех. Поэтому для обнаружения неисправностей датчиков следует выбрать соответствующий порог. Крайне важно установить правильный порог, обеспечивающий компромисс между ложной тревогой и пропущенной неисправностью, что обеспечивает точное обнаружение неисправностей. Существуют различные методы настройки порога, например метод контрольной диаграммы с экспоненциально взвешенным скользящим средним (EWMA) для определения статистических свойств остатка, когда датчик работает без сбоев [3-5].

Заключение. Был исследован и рассмотрен способ выявления неисправной работы датчиков влажности в трюмах сухогруза при помощи фильтра Калмана. Данный способ позволяет не только снизить стоимость системы измерения влажности, но контролировать вес груза (исключить пропитку груза влагой) и соответственно контролировать осадку судна. Одновременно метод поможет предотвратить порчу груза из за влажности, способствующей

размножению вредоносных микроорганизмов в условиях высоких показателей температуры и влажности.

Обычный метод исключения неисправности датчиков подразумевает большее количество сенсорных узлов, а значит и большие затраты на оборудование.

Список литературы

1. Кудрявцева И.А. Анализ эффективности расширенного фильтра Калмана, сигма-точечного фильтра Калмана и сигма-точечного фильтра частиц // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. – 2016. – № 224(2). – С. 43-51.
2. Chernikova O.S., Grechkoseev A.K., Danchenko I.G. Two-Stage Parametric Identification Procedure for a Satellite Motion Model Based on Adaptive Unscented Kalman Filters // Bulletin of the South Ural State University. Series: Mathematical Modelling, Programming and Computer Software. – 2022. – Vol. 15, No. 4. – P. 32-43.
3. Lobov E.M., Priputin V.S., Lobova E.O., Liberman E.A. Dispersion distortion tracking compensator based on the sigma-point Kalman // T-Comm. – 2021. – Vol. 15, No. 1. – P. 41-47.
4. Антонов В.И., Лазарева Н.М., Пуляев В.И. Методы обработки цифровых сигналов энергосистем. – М.: НТФ «Энергопрогресс», «Энергетик», 2000. – 83 с.
5. Антонов В.И., Ильин А.А., Лазарева Н.М., Ольгина М.А. Эффективные методы структурного анализа цифровых сигналов электроэнергетических систем // Вестник Чувашского университета. – 2000. – № 3-4. – С. 82-90.

УДК 629.463.3: 001.891.57

ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ

Беспалько Сергей Валерьевич – доктор технических наук, профессор кафедры вагонов и вагонного хозяйства

Комиссарова Евгения Геннадьевна – инженер I категории отдела промышленного дизайна и прототипирования Проектно-конструкторского бюро локомотивного хозяйства, аспирант кафедры вагонов и вагонного хозяйства

ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта»

Аннотация. Статья посвящена анализу проведенных исследований в области тепловых процессов. Проанализирована литература, которая помогает определить и выявить существующие наработки. Представлен обзор научных работ в области тепловых процессов.

Ключевые слова: колесо, температурное поле, исследования, термоупругость, упрочнение, трение, износ, напряжение.

RESEARCH IN THE FIELD OF THERMAL PROCESSES

Bespalko Sergey V. – PhD in Technical Sciences, Professor

Komissarova Evgeniya G. – postgraduate student of the department Wagons and wagon economy

Russian university of transport (MIIT)

Abstract. The article is devoted to the analysis of the conducted research in the field of thermal processes. The literature is analyzed, which helps to identify and clarify existing developments. The review of scientific works in the field of thermal processes is presented.

Keywords: Wheel, temperature field, research, thermoelasticity, hardening, friction, wear, stress.

Тепловые процессы в зоне контакта колеса и тормозной колодкой существенно влияют как на нагруженность колеса, так и на сам процесс торможения. Вклад в исследования температурного поля при фрикционном взаимодействии тел внесли многие ученые.

Задача исследования тепловых процессов в большинстве случаев решается тем, что сначала определяется температурное поле конструкции, а затем – ее напряженно-деформированное состояние, вызванное изменением температуры.

Развитием исследований в области тепловой диагностики подвижного состава явилась экспертно-информационная система (ЭИС), основанная на технических устройствах ИК-излучения нового поколения.

Основным объектом анализа в рамках этой системы выступают колесные пары и буксовые узлы, а также элементы системы торможения грузовых и пассажирских вагонов, локомотивов.

Экспериментальные исследования нестационарного температурного поля колеса проводятся, например, в работах [1,2]. В области теоретических исследований температурного поля можно отметить труды [3,4].

Наиболее интенсивно теоретические и экспериментальные исследования температурных полей колеса начали проводиться во ВНИИЖТ с 1960-х годов, в частности, в работах [5]. Л.А. Вуколовым проведены измерения температур в тормозных колодках и колесе при тормозных испытаниях на Октябрьской железной дороге [6]. Д.Э. Карминским выполнены стендовые испытания температур в бандаже колеса при торможении посредством термопар (в бандаже) и оптическим методом (на поверхности трения). Среди наиболее важных экспериментальных результатов следует отметить исследования Е.П. Литовченко [7].

Теплофизические свойства различных материалов исследовались в нашей стране такими организациями, как ВТИ, ИВТАН, ВНИЦМВ, ВИАМ, МИТ, ВНИИПО и др. В результате на основе большого объема экспериментальных данных разработаны специализированные базы данных. Влияние температуры на теплофизические и механические характеристики материалов отражено в работах [8]. Изменение свойств стали при повышении температуры необходимо учитывать как при определении температурного поля стали, так и при оценке НДС при тепловых воздействиях.

Определение температурного поля котла цистерны в настоящей работе производится, главным образом, с целью последующего вычисления его напряженно-деформированного состояния.

Большое влияние на трение и износ при взаимодействии колеса и рельса оказывают поверхностная температура и ее градиенты в направлениях, нормальных к поверхностям трения. Высокая температура и ее градиенты вызывают химические и структурные превращения в слоях третьего тела и изменения их реологических свойств, что приводит к дополнительным поверхностным напряжениям, изменениям Коэффициента трения и интенсивности изнашивания.

Вопросы термоупругости нашли отражение в работах многих авторов. Важной работой в этой области является труд Б.Е. Гейтвуда. В нем рассматриваются задачи определения температурных напряжений в различных элементах конструкций. Интегрирование дифференциальных уравнений производится на основе классических математических методов.

Одним из полезных выводов является то, что эффекты инерции при данном виде воздействия обычно незначительны.

Методы определения температурных напряжений приводятся в работах [9] и многих других. В этих работах рассматриваются, главным образом, оболочечные конструкции какого-либо одного класса, поэтому для расчета подобных конструкций авторы применяют

классические подходы. Для учета конструктивных нерегулярностей и исследования массивных тел эффективно применение метода конечных элементов.

В исследованиях кафедры «Вагоны» МИИТ теоретические исследования температурных напряжений начали выполняться при создании восьмиосной цистерны для БАМА и основывались на применении МКЭ [10].

Список литературы

1. Казаринов В.М., Вуколов Л.А. Коэффициенты сцепления колес с рельсами при торможении // Труды ВНИИЖТ. Выпуск № 212. Исследование автотормозной техники на железных дорогах СССР. – М.: Трансжелдориздат, 1961. – С. 5-44.
2. Литовченко Е.П. Исследование влияния тепловых процессов торможения на напряженное состояние и деформации колес: Дисс. ... канд. техн. наук. – Москва: ВНИИЖТ, 1970. – 191 с.
3. Пыжевич Л.М. К вопросу о температурном режиме бандажей и ободов колес при колодочном торможении // Труды МЭМИИТ. Вып. 55. – М.: МЭМИИТ, 1948. – С. 81-157.
4. Карташов Э.М. Аналитические методы в теплопроводности твердых тел. – М.: Высшая школа, 1979. – 415 с.
5. Вуколов Л.А., Фомина А.Г. Исследование термостойкости чугуновых тормозных колодок. В кн. «Исследования работы автоматических тормозов подвижного состава». – М.: Транспорт, 1966. – С. 125-137.
6. Вуколов Л.А. Температурные режимы при торможении чугунными и композиционными колодками / Труды ВНИИЖТ. Исследование автотормозной техники на железных дорогах СССР. – М.: Трансжелдориздат, 1961. – Вып. 212. – С. 45-63.
7. Литовченко Е.П. Температурные деформации цельнокатанных колес при торможении колодочными тормозами. – М.: Вестник ВНИИЖТ, 1969. – №4. – С. 35-40.
8. Зиновьев В.Е. Теплофизические свойства металлов при высоких температурах: Справочник. – М.: Металлургия, 1989. – 384 с.
9. Кан С.Н. Строительная механика оболочек. – М.: Машиностроение, 1966. – 508 с.
10. Чугунов Г.Ф., Котуранов В.Н., Глазкова Р.С. Исследование температурного воздействия на напряженно-деформированное состояние котлов цистерн для БАМа // Сб. науч. тр. / – М.: МИИТ, 1977. – Вып. 518: Научные проблемы проектирования, строительства и эксплуатации Байкало-Амурской магистрали. – С. 25-29.

УДК 004.021

КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ В ПОРТАХ И МОРСКОЙ ОТРАСЛИ

Хасанов Дмитрий Салимович – младший научный сотрудник лаборатории интеллектуальных систем

Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук (СПб ФИЦ РАН), Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации Российской академии наук (СПИИРАН)

Аннотация. Портовая отрасль постоянно развивается, и эта эволюция приводит к изменениям в самых разных областях. К ним относятся: операционные и инфраструктурные возможности, модели управления и административные рамки, внедрение новых технологий или альянсов, а также бизнес-стратегии. В настоящее время одним из основных факторов изменений в портовом секторе является цифровая трансформация, которую переживают "умные" порты. Уровень интеграции различных устройств, агентов и видов деятельности, а также растущая взаимосвязь между различными портами создали новую экосистему, в которой появились новые риски. Кибербезопасность – одна из проблем отрасли, и политикам

следует работать вместе с частным сектором, чтобы обеспечить надлежащую защиту этих критически важных инфраструктур и одновременно способствовать полноценному развитию новых технологий в отрасли.

Ключевые слова: интеллектуальные порты, терминальные операционные системы, транспортная безопасность, кибератаки, порт 4.0.

CYBER SECURITY IN PORTS AND MARITIME INDUSTRY

Khasanov Dmitry S. – junior researcher

*St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences (SPb FRC RAS),
St. Petersburg Institute for Informatics and Automation of the Russian Academy of Sciences (SPIIRAS)*

Abstract. The port industry is constantly evolving, and this evolution leads to changes in a variety of areas. These include: operational and infrastructure capabilities, governance models and administrative frameworks, the introduction of new technologies or alliances, and business strategies. Currently, one of the main drivers of change in the port sector is the digital transformation that smart ports are experiencing. The level of integration of different devices, agents and activities, as well as the increasing interconnectivity between different ports, has created a new ecosystem with new risks. Cybersecurity is one of the industry's challenges, and policymakers should work together with the private sector to ensure that these critical infrastructures are adequately protected while facilitating the full development of new technologies in the industry.

Keywords: smart ports, terminal operating systems, transportation security, cyberattacks, port 4.0.

Мир вступил в четвертую промышленную революцию, которую принято называть Индустрией 4.0 (I4.0).

Влияние I4.0 начинает ощущаться в портовой и морской индустрии, и в настоящее время термин «Порт 4.0», определяемый как применение вышеупомянутых компонентов I4.0 в портовой среде, стал модной темой в этой отрасли. Ученые и практики также используют термин «умные порты» вместо Port 4.0 для обозначения автоматизированных портов, использующих интеллектуальные технологии, подобные перечисленным выше, для повышения общей производительности (эффективности и результативности), одновременно укрепляя безопасность портовых операций и делая порты более и более устойчивыми [1]. Кибербезопасность считается одним из трех главных рисков в портах наряду с пиратством и терроризмом.

В настоящее время многие организации опубликовали стандарты, направленные на решение проблемы кибербезопасности. Повышенный интерес к кибербезопасности в портовой сфере объясняется несколькими причинами [2]. Хотя некоторые из них связаны между собой, по отдельности их можно перечислить следующим образом.

Поскольку морские порты и терминалы являются важнейшим звеном в глобальной цепи поставок, они считаются критически важными инфраструктурами наряду с другими транспортными, энергетическими и телекоммуникационными сетями [3].

В глобальном мире последствия кибератаки, затронувшей один терминал, могут быстро распространиться на всю цепочку поставок и затронуть множество других игроков, которые также пострадают от негативных последствий. Таким образом, мы сталкиваемся с глобальной угрозой, обладающей необычайной способностью к распространению. Как отмечает, последствия киберсобытия могут каскадно распространяться по всей организации (и за ее пределами), усиливая масштабы его воздействия [4].

На волне четвертой промышленной революции кибератаки являются одной из основных форм, в которой проявляются серьезные угрозы. Киберпространство - это уязвимая экосистема, состоящая из объединенных сетей с информацией и киберфизических систем

(КФС), использующих электронно-вычислительную технику и беспроводные соединения. Порты более уязвимы к киберугрозам, поэтому они должны защищать данные и обеспечивать целостность систем, поскольку атаки могут быть легко осуществлены через Wi-Fi или другие сети передачи данных. Это особенно актуально для современных контейнерных терминалов в связи с высокой зависимостью этого типа терминалов от информационно-коммуникационных технологий и тем более автоматизированных терминалов, поскольку автоматизация опирается на множество систем управления работой, а также на сложные сети, датчики и исполнительные механизмы, которые интегрированы и связаны с диспетчерской, где использование терминальных операционных систем (ТОС) играет ключевую роль во всей работе.

Большое количество людей, задействованных во всей цепочке поставок (многие из них присутствуют в порту), множество устройств, датчиков и систем, взаимосвязанных в новых портах 4.0, предоставляют киберпреступникам многочисленные возможности для реализации своих атак, повышая тем самым уязвимость этих активов [5].

Портовые, терминальные и морские компании вкладывают значительные средства в информационные технологии (ИТ), а также в кибербезопасность. Однако кибербезопасность не была распространена на операционные технологии (ОТ) компаний, такие как промышленные системы управления или системы диспетчерского контроля и сбора данных (SCADA). Хотя в прошлом системы ОТ устанавливались изолированно от ИТ-сетей, с внедрением Big Data, Data Analytics и IoT растет тенденция к интеграции ИТ и ОТ с целью повышения операционной эффективности и конкурентоспособности [6].

Во многих случаях кибератаки ухудшают нормальную работу порта, влияя на так называемую киберустойчивость.

Потенциально затрагиваемые атрибуты объединены в три группы:

- i) качество информации и достоверность конфигурации системы (integrity–utility–authenticity),
- ii) контроль доступа и нормальной работы системы (confidentiality–possession)
- iii) непрерывность работы и безопасность персонала и активов (resilience–safety–availability).

Более того, зачастую атаки совершаются не киберпреступниками, а вирусом, который может быть случайно занесен в систему персоналом компании при открытии зараженного файла, который не был отправлен специально для атаки на данный терминал.

В этом сценарии и в соответствии со стандартами NIST, определяющими общую систему кибербезопасности, основанную на пяти столпах (Identify – Protect – Detect – Respond – Recover) [7].

В связи с этим выявим требования для портовой отрасли:

- 1 выявить уязвимости, барьеры и пробелы в стандартах безопасности в портах и во всей цепочке поставок;
- 2 определить сценарии угроз для портов и проанализировать потенциальные каскадные эффекты в их цепочках поставок;
- 3 оценить подверженность рискам;
- 4 определить меры самозащиты и обнаружения, используя превентивные инструменты;
- 5 проводить периодическое обновление и аудит средств киберзащиты;
- 6 разработать планы реагирования и восстановления после инцидентов кибербезопасности.

Для предотвращения кибератак необходимо реализовывать такие меры, как регулярное обновление операционных систем, использование более надежных паролей, безопасных спутниковых соединений, проведение учений по повышению устойчивости, обмен информацией и кампании по повышению осведомленности сотрудников. Человеческий фактор должен быть учтен должным образом, поскольку он играет ключевую роль в снижении рисков и обеспечивает основной доступ злоумышленников к взлому терминальных систем [8].

Для выбора оптимальных средств защиты используется теоретико-игровой подход, основанный на математически обоснованном методе поиска способа минимизации ущерба в результате атаки, использующей несколько уязвимостей. Для того чтобы сделать это, необходимо описать действия обоих атакующего и обороняющегося, а также назначить вознаграждение для каждой комбинации стратегии [9]. В результате подхода получается оптимальное решение, какие контрмеры следует выбрать, чтобы минимизировать ущерб.

Разработка методик объективной оценки киберрисков и смягчения их последствий в портовой отрасли является одной из основных областей, представляющих интерес для будущих работ. Кроме того, необходимо провести дополнительные исследования по разработке средств защиты от этих атак и реализации планов восстановления в случае, если киберпреступники найдут способ взлома систем. Наконец, новая эра IoT и управление огромным объемом данных привели к серьезным архитектурным недостаткам критических инфраструктур, и разработка новых и безопасных парадигм для решения этой проблемы, несомненно, является еще одной областью, требующей дальнейших исследований и разработок [10].

По мере увеличения количества агентов, устройств и систем, взаимосвязанных в интеллектуальных портах, будет увеличиваться и количество окон, доступных злоумышленникам для атак, а значит, будут расти и киберриски.

Список литературы

1. Бабурина О.Н., Гуриева Л.К. Риски и угрозы функционирования морской отрасли в условиях цифровизации мировой экономики // Морские интеллектуальные технологии. – 2019. – № 2-2(44). – С. 109-115.
2. Ласкин М.Б., Морина Ю.И., Свистунова А.С. Имитационное моделирование процессов обслуживания пассажиров в аэровокзальном комплексе // Девятая всероссийская научно-практическая конференция по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности: материалы конференции. – Екатеринбург: Издательство Уральского государственного педагогического университета. – 2019. – С. 520-524.
3. Искандеров Ю.М., Ласкин М.Б., Лебедев И.С. Особенности моделирования транспортно-технологических процессов в цепях поставок // Имитационное моделирование. Теория и практика: материалы восьмой Всероссийской научно-практической конференции по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности. – СПб.: НП «НОИМ». – 2017. – С. 110-113.
4. Селиверстов Я.А., Селиверстов С.А. Имитационное моделирование элементов интеллектуальной транспортной системы города Севастополя // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2019: материалы международной-научно-практической конференции. – СПб.: ИПТ РАН. – 2019. – Т. 1. – С. 95-101.
5. Горохова А.С. Обзор современных проблем международных морских перевозок // Новая экономика, бизнес и общество: материалы Апрельской научно-практической конференции молодых учёных. – Владивосток: Дальневосточный федеральный университет, 2019. – С. 331-336.
6. Чижова Е.М. Основные угрозы кибербезопасности и проблемы морских перевозок // Научно-исследовательский центр «Technical Innovations». – 2021. – № 6. – С. 189-192.
7. Хасанов Д.С., Свистунова А.С. Оценка эффективности обслуживания пассажиров в аэровокзальном комплексе // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2020: материалы Юбилейной международной-научно-практической конференции. – СПб.: ИПТ РАН. – 2020. – Т. 2. – С. 32-37.
8. Svistunova A.S., Khasanov D.S. Improving the efficiency of traffic management in a metropolis based on computer simulation // Computing, Telecommunications and Control. – 2021. – Vol. 14, No. 3. – P. 33-42.

9. Свистунова А.С., Хасанов Д.С. Возможности автоматических транспортеров-погрузчиков и их использование при создании имитационной модели развития контейнерного терминала // Морские интеллектуальные технологии. – 2020. – № 4-1(50). – С. 169-174.

10. Concept and Models of Information Application for Actions in Systems / A. Geyda, L. Fedorchenko, I. Lysenko [et al.] // Conference of Open Innovations Association, FRUCT. – 2022. – № 31. – P. 407-415.

УДК 004.056.53

ФУНКЦИОНАЛЬНО-ЛОГИЧЕСКАЯ АРХИТЕКТУРА ПРОЦЕССА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПРИ МНОГОЭТАПНЫХ АТАКАХ

Липатников Валерий Алексеевич – доктор технических наук, профессор, старший научный сотрудник

Мелехов Кирилл Витальевич – адъюнкт

Шевченко Александр Александрович – кандидат технических наук, старший научный сотрудник

ФГКВОВ ВО «Военная орденов Жукова и Ленина Краснознаменная академия связи имени Маршала Советского Союза С.М. Буденного»

Аннотация. Для исследования основных процессов управления обеспечением защищенности, проходящих внутри сети передачи данных (СПД) и на стыке сил и средств программно-аппаратных воздействий (ССПАВ) – СПД в первую очередь необходимо рассмотреть функционально-логическую архитектуру (ФЛА) процесса функционирования СПД при многоэтапных атаках (МЭА), то есть разработать модель, учитывающую все стороны ее построения.

Ключевые слова: управление, защищенность, многоэтапная атака, сеть передачи данных, функционально-логическая архитектура, теория формальных языков.

FUNCTIONAL-LOGICAL ARCHITECTURE OF THE PROCESS OF FUNCTIONING OF A DATA TRANSMISSION NETWORK DURING MULTI- STAGE ATTACKS

Lipatnikov Valery Al. – PhD in Technical Sciences, Professor, senior scientific researcher
Melekhov Kirill V. - adjunct

Shevchenko Alexander Al. - candidate of Technical Sciences, senior scientific researcher
S. M. Budyonny Military Academy of the Signal Corps

Abstract. To study the main processes of security management that take place inside the data transmission network (DTN) and at the junction of forces and means of software and of software and hardware influences (SSP) – DTN, first of all, it is necessary to consider the functional-logical architecture (FLA) of the process of functioning of the SDP in multi-stage attacks, that is, to develop a model. Taking into account the comprehensive construction.

Keywords: management, security, multi-stage attacks, data transmission network, functional-logical architecture, theory of formal languages.

Современные технологии, связанные с передачей информации, развиваются и модернизируются с высокими темпами, опираясь на новые тенденции времени. СПД отведена отдельная роль в этом развитии. СПД выступает как самостоятельная организационно-

техническая система, которая представляет все виды коммуникационных услуг информационно-вычислительным сетям, автоматизированным системам управления и контроля, а также её пользователям. С точки зрения защиты СПД является объектом воздействия для предполагаемого нарушителя. Эта проблема требует современного подхода к исследованию архитектуры сетей, под которой понимается полный набор структурно упорядоченных сетевых элементов и система сетевых протоколов, определяющая правила взаимодействия сетевых элементов [1].

Архитектура сети это реализованная структура СПД, определяющая её топологию, состав устройств и правила их взаимодействия в сети [2]. В рамках архитектуры сети рассматриваются вопросы кодирования информации, её адресации и передачи, управления потоком сообщений, контроля ошибок и анализа работы сети в аварийных ситуациях и при ухудшении характеристик. Поэтому для решения задач по защищенности СПД необходимо исследовать существующие и разрабатываемые сетевые архитектуры как с точки зрения оценки возможностей получения всех видов доступа к передаваемой информации, так и в целях вскрытия существенных характеристик сетей.

Вывод по обзору релевантных работ [3,4] заключается в том, что при разработке модели ФЛА СПД недостаточно уделено внимание анализу динамики действий нарушителя с учетом содержания блоков данных протоколов по этапам атаки. Одним из требований к СПД, является реализация способов мониторинга аномалии и возможных вторжений со стороны нарушителей в реальном времени. Тем самым необходимость оценки защищенности СПД является актуальной.

Решение. ФЛА СПД определяется взаимосвязью совокупности используемых протоколов, участвующих в информационном обмене, и описывается её общей моделью. При реализации адаптивных способов оперативного контроля и выявления внешних МЭА в качестве базовой модели-прототипа взаимосвязь и единство составляющих ФЛА СПД проявляется в форматах сообщений, содержании управляющей протокольной информации, структуре сеанса связи, а также в некоторых параметрах трафика [5].

В качестве базовой модели-прототипа ФЛА СПД выбрана эталонная модель взаимодействия открытых систем (ЭМВОС).

ЭМВОС обеспечивает компактное описание информационных систем с отражением их функциональных свойств и логической иерархии взаимодействия, но не позволяет представить параметры и характеристики входящих в ФЛА СПД протоколов в виде признакового пространства для средств распознавания МЭА [6]. Поэтому модель сети должна содержать адекватное и дополнительное описание.

Требования к модели ФЛА СПД.

1. Объектом воздействия атак является цифровой поток (ЦП), поэтому модель ФЛА СПД должна основываться только на тех параметрах и характеристиках сети, которые могут быть получены путем обработки ЦП. Модель ЦП должна быть определена в общей модели ФЛА в виде совокупности моделей логических каналов между объектами функциональных подсистем.

2. В модели ФЛА СПД должна максимально использоваться априорно известная информация о моделируемых сетях, их протоколах и возможных структурах атак.

3. Модель ФЛА СПД и её составляющие частные модели должны позволять описывать их математически и представлять в виде, дающем возможности их реализации и непосредственного использования в средствах распознавания (классификации) МЭА [7].

Открытыми называются системы, использующие одинаковые протоколы взаимодействия.

Модель *OSI*, которая была определена в серии стандартов *ISO/IEC 7498*, состоит из следующих частей:

ISO/IEC 7498-1 – базовая модель;

ISO/IEC 7498-2 – архитектура безопасности;

ISO/IEC 7498-3 – наименования и адресация;

ISO/IEC 7498-4 – система менеджмента.

Поскольку модель в любом случае представляет собой некую иерархическую систему составляющих ее протоколов, в ее состав должны входить модели уровневых протоколов, с учетом их взаимодействия при обмене данными между оконечными системами.

Протокол – набор правил, регламентирующих взаимодействие для обмена сообщениями между независимыми устройствами или процессами.

Общая проблема связи состоит из двух частей:

- 1) первая часть касается сети связи – данные, передаваемые по сети, должны поступить по назначению в правильном виде и своевременно;
- 2) вторая часть – обеспечение распознавания данных для дальнейшего использования – функции оконечного оборудования пользователя.

Многоуровневая организация взаимодействия порождает необходимость модификации информации на каждом уровне в соответствии с функциями уровня.

При передаче на каждом уровне блок данных принимается от вышестоящего уровня, к данным добавляется управляющая информация и блок передается нижестоящему уровню. На приемном конце каждый уровень использует только соответствующий заголовок, не просматривая остальную часть принятого блока данных. Следовательно, уровни самостоятельны и изолированы друг от друга. Это позволяет удалять и заменять протоколы и программы отдельных уровней, не затрагивая остальную часть модели.

Канальный уровень (англ. *data link layer*) предназначен для обеспечения взаимодействия сетей (установление, поддержание и разъединение физических соединений) по физическому уровню и контролем над ошибками, которые могут возникнуть. Полученные с физического уровня данные, представленные в битах, он упаковывает в кадры, проверяет их на целостность и, если нужно, исправляет ошибки (формирует повторный запрос поврежденного кадра) и отправляет на сетевой уровень. Канальный уровень может взаимодействовать с одним или несколькими физическими уровнями, контролируя и управляя этим взаимодействием.

Спецификация *IEEE 802* разделяет этот уровень на два подуровня: *MAC* (англ. *Media access control*) регулирует доступ к разделяемой физической среде, *LLC* (англ. *logical link control*) обеспечивает обслуживание сетевого уровня.

На этом уровне работают коммутаторы, мосты и другие устройства. Эти устройства используют адресацию второго уровня (по номеру уровня в модели *OSI*).

Протоколы канального уровня- *ARC net*, *ATM Ethernet*, *Ethernet Automatic Protection Switching (EAPS)*, *IEEE 802.2*, *IEEE 802.11 wireless LAN*, *Local Talk*, (*MPLS*), *Point-to-Point Protocol (PPP)*, *Point-to-Point Protocol over Ethernet (PPPoE)*, *StarLan*, *Token ring*, *Unidirectional Link Detection(UDLD)*, *X.25*.

Сетевой уровень (англ. *Network layer*) модели предназначен для определения пути передачи данных (маршрутизации информации). Отвечает за трансляцию логических адресов и имён в физические, определение кратчайших маршрутов, коммутацию и маршрутизацию, отслеживание неполадок и «заторов» в сети.

Протоколы сетевого уровня маршрутизируют данные от источника к получателю. Работающие на этом уровне устройства (маршрутизаторы) условно называют устройствами третьего уровня (по номеру уровня в модели *OSI*).

Протоколы сетевого уровня: *IP/IPv4/IPv6 (Internet Protocol)*, *IPX*, *X.25*, *CLNP* (сетевой протокол без организации соединений), *IPsec (Internet Protocol Security)*. Протоколы маршрутизации – *RIP*, *OSPF*.

Транспортный уровень (англ. *Transport layer*) модели предназначен для обеспечения надёжной передачи данных (блоков информации) от отправителя к получателю. При этом уровень надёжности может варьироваться в широких пределах. Существует множество классов протоколов транспортного уровня, начиная от протоколов, предоставляющих только основные транспортные функции (например, функции передачи данных без подтверждения приема), и заканчивая протоколами, которые гарантируют доставку в пункт назначения

нескольких пакетов данных в надлежащей последовательности, мультиплексируют несколько потоков данных, обеспечивают механизм управления потоками данных и гарантируют достоверность принятых данных. Например, *UDP* ограничивается контролем целостности данных в рамках одной датаграммы и не исключает возможности потери пакета целиком или дублирования пакетов, нарушения порядка получения пакетов данных; *TCP* обеспечивает надёжную непрерывную передачу данных, исключающую потерю данных или нарушение порядка их поступления или дублирования, может перераспределять данные, разбивая большие порции данных на фрагменты и, наоборот, склеивая фрагменты в один пакет.

Протоколы транспортного уровня: *ATP*, *CUDP*, *DCCP*, *FCP*, *IL*, *NBF*, *NCP*, *RTP*, *SCTP*, *SPX*, *SST*, *TCP* (*Transmission Control Protocol*), *UDP* (*User Datagram Protocol*).

Для обеспечения защищенности ФЛА СПД [8] определяются требованиями по согласованию процедур приема и обработки передаваемой по сети информации, с параметрами блоков данных, форматами сообщений и формами представления информации, установления системы адресации данной сети и соответственно, осуществление селекции сообщений пользователей по их логическим адреса, определения назначения и принадлежности автоматизированных систем.

Основные определения и понятия ФЛА СПД

Информация между одноуровневыми объектами СПД передается в форме блоков данных различных типов.

Под (*N*)–уровнем понимается некоторый конкретный уровень в системе протоколов, функционирующих в объектах данной СПД и являющихся целью воздействия МЭА в интересах нанесения существенного ущерба сети при максимизации времени реакции подсистемы контроля и принятия мер защиты СПД.

Под (*N+1*)–уровнем понимается следующий более высокий уровень по отношению к рассматриваемому уровню в системе протоколов СПД.

Под (*N-1*)–уровнем понимается следующий, более низкий уровень в системе протоколов относительно рассматриваемого.

Каждый (*N*)–уровень, за исключением высшего уровня, предоставляет следующему (*N+1*)–уровню определенный набор функциональных возможностей (услуг) по обработке и передаче данных.

При описании конкретных уровней приставки вида (*N*), (*N+1*), (*N-1*) будут заменяться названиями соответствующих уровней: канальный протокол, сетевой протокол, транспортный протокол.

Под (*N*)–подсистемой понимается элемент в иерархической структуре открытой системы, непосредственно взаимодействующий только с элементами следующей, более высокой или более низкой ступени данной открытой системы. Таким образом, (*N*)–уровень образуется подсистемами одного и того же класса (*N*).

Под (*N*)–объектом понимается элемент (*N*)–подсистемы. Любая (*N*)–подсистема состоит из одного или нескольких (*N*)–объектов.

Возможные функции (*N*)–объектов называются (*N*)–функциями. (*N*)–функции, направленные на обслуживание (*N+1*)–объектов, называются (*N*)–услугами. Совокупность (*N*)–услуг называется (*N*)–службой.

В процессе передачи данных между (*N*)–объектами устанавливается взаимодействие, определяемое (*N*)–протоколом.

(*N*)–протокол – это набор правил и форматов, который определяет функционирование (*N*)–объектов при выполнении ими (*N*)–функций.

Под (*N*)–соединением понимается связь, установленная (*N*)–уровнем между двумя или более (*N+1*) объектами для передачи данных управляющих команд.

Объекты (*N*)– и (*N+1*)–уровней обмениваются управляющими командами через точку доступа к (*N*) службе ((*N*)–ТДС).

Информация между одноуровневыми объектами передается в форме блоков данных различных типов.

Управляющая информация (N)-протокола ((N)-УИП) – это информация, которой обмениваются (N)-объекты, используя (N)-соединение для координации их совместной работы.

Данные (N)-пользователя ((N)-ДП) – данные, передаваемые между (N)-объектами в интересах ($N+1$)-объектов.

Блок данных (N)-протокола ((N)-БДП) – это блок данных, определенный в (N)-протоколе и содержащий (N)-УИП, и возможно, (N)-ДП.

Данные (N)-интерфейса ((N)-ДИ) – данные, передаваемые от ($N+1$)- к (N)-объекту для их доставки взаимодействующему ($N+1$)-объекту по (N)-соединению или, наоборот, данные, передаваемые от (N)- к ($N+1$)-объекту после их получения по (N)-соединению от взаимодействующего ($N+1$)-объекта.

Блок данных (N)-службы ((N)-БДС) – это данные интерфейса, которые остаются неизменными от одной стороны (N)-соединения до другой.

Взаимосвязь указанных блоков данных СПД приведена на рисунке 1.

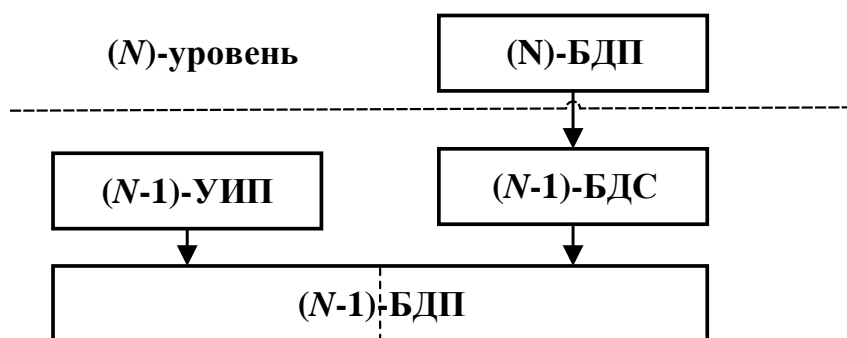


Рисунок 1 – Взаимосвязь между блоками данных СПД

В терминологии коммуникационных протоколов СПД канальный БДП называется кадром, а сетевой БДП – пакетом.

В (N)-подсистеме может быть определено несколько протоколов, причем любой (N)-объект также может поддерживать несколько протоколов. Поэтому для взаимодействия (N)-объектами по ($N-1$)-соединению осуществляется согласование используемого (N)-протокола с указанием его идентификатора.

($N+1$)-объект может иметь одновременно несколько (N)-соединений как с различными ($N+1$)-объектами, так и с одним и тем же ($N+1$)-объектом. При установлении (N)-соединения задаются (N)-адрес источника, идентифицирующий ($N+1$)-объект-инициатор установления соединения и (N)-адреса получателей.

На (N)-м уровне (N)-соединения отображаются в ($N-1$)-соединения. Отображение может быть трех типов:

- взаимно однозначное;
- отображение нескольких (N)-соединений в одно ($N-1$)-соединение (мультиплексирование);
- отображение одного (N)-соединения в несколько ($N-1$)-соединений (расщепление).

Обратными (N)-функциями мультиплексирования и расщепления являются демультиплексирование и объединение.

Блоки данных, используемые на разных уровнях, могут иметь разный размер, вследствие этого (N)-объектами могут реализовываться следующие функции на рисунке 1:

- сегментация – отображение одного (N)-БДС в несколько (N)-БДП;
- сборка – отображение нескольких (N)-БДП в один (N)-БДС;
- укрупнение – отображение нескольких (N)-БДС в один (N)-БДП;
- расшивка – разделение нескольких (N)-БДС, содержащихся в одном (N)-БДП;
- сцепление – отображение нескольких (N)-БДП в один ($N-1$)-БДС;

выделение – разделение нескольких (N) -БДП, содержащихся в одном $(N-1)$ -БДС.

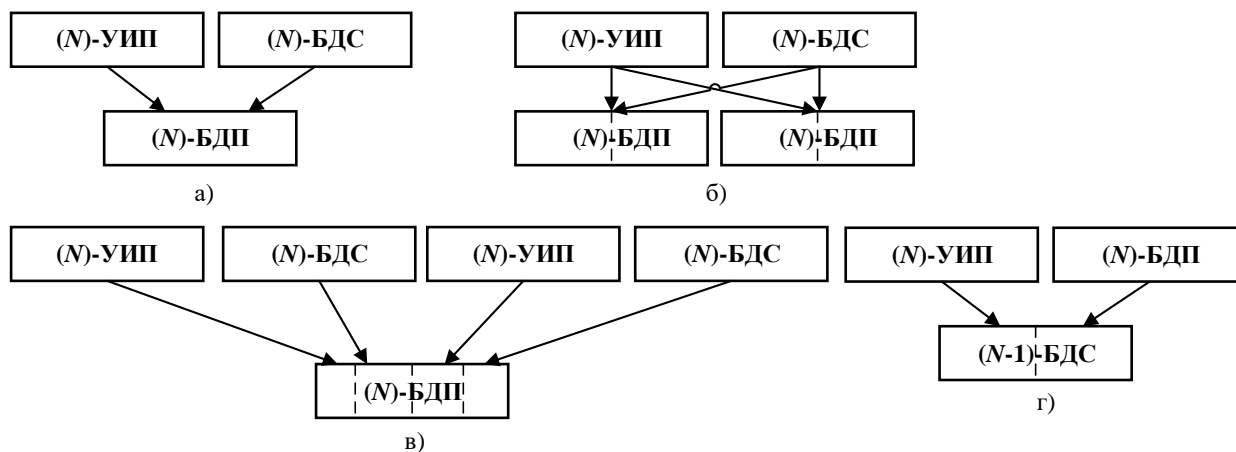


Рисунок 2 – Взаимосвязь между блоками данных в ходе реализации функций отображения:
 а – без сегментации и укрупнения; б – с сегментацией (сборкой); в – с укрупнением (расшировкой); г – с сцеплением (выделением)

Приведенные выше понятия и определения ЭМВОС только в самом общем виде описывают свойства и функции протоколов и являются основой для последующего определения фактических параметров СПД, логических соединений между ними при взаимодействии, форматов и свойств БДП, циркулирующих по этим соединениям во время обмена данными в условиях МЭА.

В условиях увеличения угроз реализации МЭА направленных на СПД важной задачей является разработка простых и адекватных математических моделей.

Заключение. Представленная модель ФЛА процесса функционирования СПД при МЭА позволяет учитывать наиболее важные параметры моделируемого объекта, является весьма модифицируемой, дополняется и настраивается на любые параметры, что является весьма ценным в условиях огромного разнообразия и развития СПД. Она реализуется на аппаратном, программном и аппаратно-программном уровне и может использоваться в имеющихся и разрабатываемых средствах сетевого контроля. Использование теории формальных языков обеспечивает компактное, наглядное и контрастное описание ФЛА процесса функционирования СПД при МЭА.

Для определения конкретных параметров, которыми необходимо дополнить модель СПД при МЭА для того, чтобы получить требуемое описание ФЛА, исследуется цифровой поток, переносящий команды управления и данные между взаимодействующими объектами.

Список литературы

1. Костарев С.В., Карганов В.В., Липатников В.А. Технологии защиты информации в условиях кибернетического противоборства / Под общ. ред. В. А. Липатникова. – СПб.: ВАС, 2020. – 716 с.
2. Справочник / Под ред. И. А. Мизина, А. П. Кулешова. – М. Радио и связь, 1990. – 503 с.
3. Липатников В.А., Плотников А.М., Якимовец В.В. Устройство поиска информации. Патент на изобретение RU 2100839 С1, 27.12.1997. Заявка № 95108104/09 от 18.05.1995.
4. Липатников В.А., Плотников А.М., Якимовец В.В. Устройство поиска информации. Патент на изобретение RU 2094845 С1, 27.10.1997. Заявка № 95103135/09 от 06.03.1995.
5. Задбоев В.А., Липатников В.А., Мелехов К.В. Способ определения в сети передачи данных цепочки маршрутов до географического местоположения злоумышленника //

Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2023): материалы XII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция. Санкт-Петербург, 2023. С. 512-517.

6. Мелехов К.В., Липатников В.А., Петренко М.И., Шевченко А.А., Парфиров В.А., Мелихов И.А., Мезенин М.Е. Средство верификации модели процесса управления безопасностью сети передачи данных при многоэтапных атаках. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2023664605, 05.07.2023. Заявка № 2023663624 от 27.06.2023.

7. Липатников В.А., Мелехов К.В., Мелихов И.А. Особенности сетевого контроля в сети передачи данных в условиях многоэтапных атак // Технологии. Инновации. Связь: материалы научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 2023. – С. 171-174.

8. Липатников В.А., Мелехов К.В., Шевченко А.А., Парфиров В.А. Модель процесса обеспечения безопасности сети передачи данных в условиях информационного противоборства. В сборнике: Актуальные проблемы защиты и безопасности: материалы XXVI Всероссийской научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 2023. – С. 569-572.

УДК 004.056.53

СРЕДСТВО СЕТЕВОГО КОНТРОЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИИ В УСЛОВИЯХ МНОГОЭТАПНЫХ АТАК

Липатников Валерий Алексеевич – доктор технических наук, профессор, старший научный сотрудник

Мелехов Кирилл Витальевич – адъюнкт

Мелихов Иван Александрович – оператор роты (научной)

ФГКВОУ ВО «Военная орденов Жукова и Ленина Краснознаменная академия связи имени Маршала Советского Союза С.М. Буденного»

Аннотация. Развитие современных информационных технологий со значительной скоростью создает новые угрозы и слабые места для мирового сообщества, что позволяет злоумышленникам осуществлять различные атаки. Цель работы повысить безопасность связи сети передачи данных (СПД ВН) путем внедрения проактивного управления безопасностью с прогнозом стратегии вторжения противника. Новизна заключается в использовании нейронной сети Джордана и карт Кохонена для работы с сетевым трафиком.

Ключевые слова: управление, безопасность, многоэтапная атака, сеть передачи данных, объект критической информационной инфраструктуры, нейронная сеть Джордана, карты Кохонена.

A TOOL FOR VERIFYING THE MODEL OF THE DATA NETWORK SECURITY MANAGEMENT PROCESS IN THE CONTEXT OF MULTI-STAGE ATTACKS

Lipatnikov Valery Al. – PhD in Technical Sciences, Professor, senior scientific researcher

Melekhov Kirill V. - Adjunct of the Research Center Shevchenko Alexander Al. - candidate of Technical Sciences, senior scientific researcher

Melikhov Ivan Al. – operator of the (scientific) company of the Main Directorate

S. M. Budyonny Military Academy of the Signal Corps

Abstract. The development of modern information technologies at a significant speed creates new threats and weaknesses for the world community, which allows attackers to carry out various attacks. The purpose of the work is to improve the security of communication of the SPD VN by

introducing proactive security management with a forecast of the enemy's invasion strategy. The novelty lies in the use of Jordan's neural network and Kohonen maps to work with network traffic.

Keywords: control, security, multi-stage attack, data transmission network, critical information infrastructure facility, Jordan's neural network, Kohonen maps.

Увеличение количества, форм и способов вредоносных воздействий на СПД как государственных организаций, так и коммерческого сектора, отражаемое в отчетах различных компаний сферы информации безопасности (ИБ), стало катализатором совершенствования методов и средств защиты информации. В связи с этим возникла актуальная проблема совершенствования методов обнаружения отклонений в работе сетевых устройств [1]. Цель работы: повысить безопасность связи СПД ВН путем внедрения проактивного управления безопасностью с прогнозом стратегии вторжения противника. В современном периоде разработка и модернизация современных технологий связи информации происходят на высокой скорости, учитывая новейшие тенденции времени. В этом развитии СПД играет важную роль. СПД функционирует как отдельная организационно-техническая система, предоставляющая все виды коммуникационных услуг информационно-вычислительным сетям, автоматизированным системам управления и контроля, а также ее пользователям.

С точки зрения защиты СПД становится объектом потенциального воздействия нарушителя. Решение этой проблемы требует современного подхода к изучению архитектуры сетей, которая представляет собой структурированный набор сетевых элементов и систему сетевых протоколов, определяющих правила взаимодействия между сетевыми элементами [2]. На рисунке 1 изображена структура средства сетевого контроля (СК) безопасности информации в СПД.

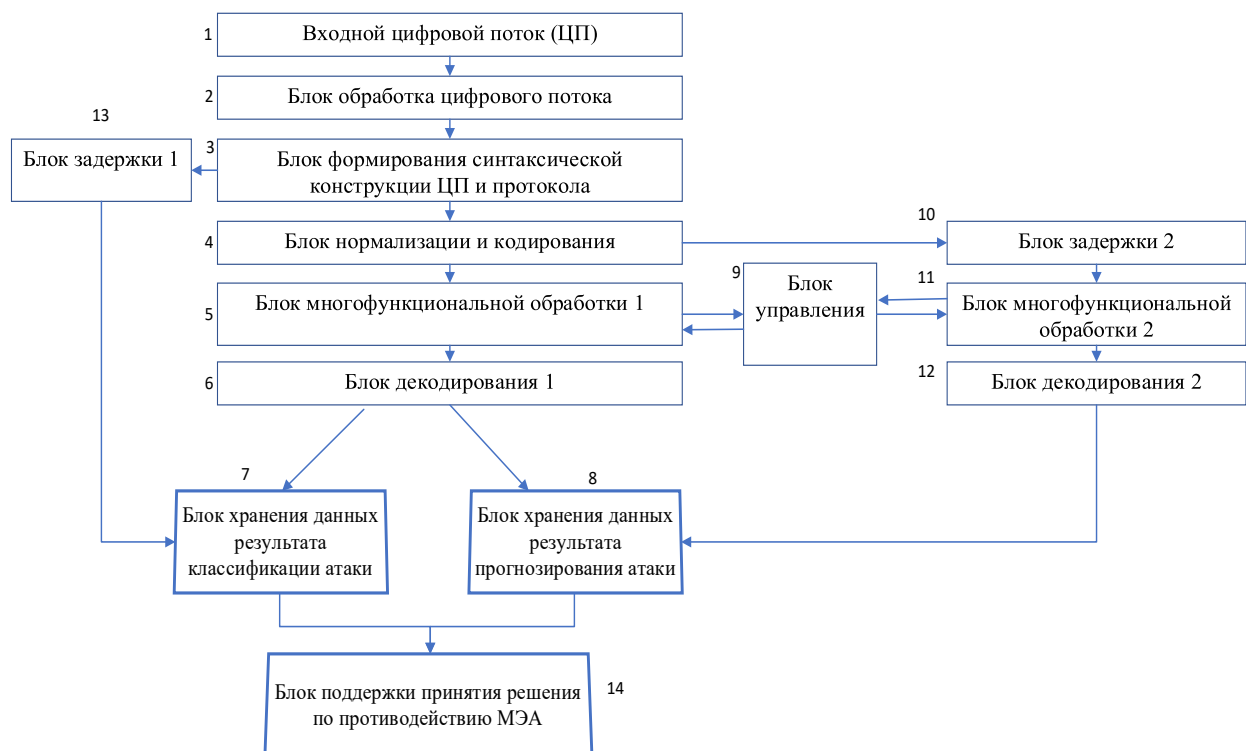


Рисунок 1 – Структура средства СК безопасности информации в СПД

Основу составляет совокупность взаимосвязанных датчиков, двухслойной рекуррентной нейронной сети (РНС) управляемыми синапсами и исполнительных устройств. Обратные связи РНС замыкают контуры с временем задержки единичных образов, меньшим времени невосприимчивости нейронов после их возбуждения.

Блок многофункциональной обработки 1 является одним из ключевых компонентов для обработки последовательных данных. Этот блок позволяет анализировать и моделировать зависимости между элементами последовательности, такими как слова, звуки, временные ряды и другие.

Карты Кохонена и древовидные классификаторы (*Tree-based classifiers*) являются инструментами машинного обучения для классификации и кластеризации данных. Карты Кохонена – это нейронные сети, которые используются для кластеризации и визуализации данных. Они представляют собой двухмерные сетки нейронов, где каждый нейрон соответствует определенной категории или классу [3].

На рисунке 2 изображена схема блока многофункциональной обработки 1.

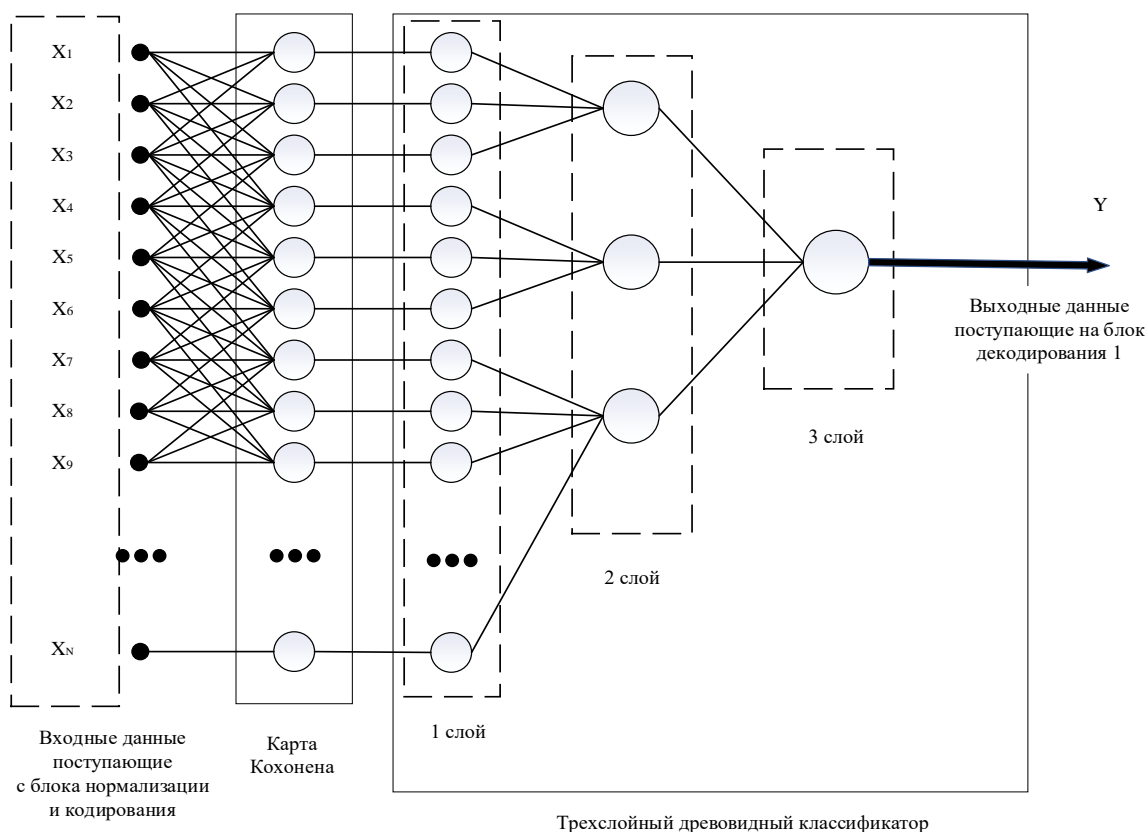


Рисунок 2 – Схема блока многофункциональной обработки 1

В качестве исходных данных (X_1, X_2, \dots, X_n) могут выступать значения параметров, полученных от клиентских приложений, результаты анализа сетевого трафика и накопленная статическая информация. Карта Кохонена используется для первоначальной сортировки и кластеризации поступающих значений, она обеспечивает структуризацию исходных данных для древовидной нейронной сети (НС).

Нейросетевое моделирование временных рядов при многофакторном прогнозировании заключается в формировании ИНС определенной структуры, описывающей поведение исследуемой системы в моменты времени, а прогнозирование заключается в предсказании будущего поведения системы по предыстории [4].

Обучение таких ИНС заключается в подстройке весовых коэффициентов на основании изменения фактической погрешности прогнозирования на итерации. Обучение сети необходимо выполнять отдельно для каждого временного ряда, так как попытка прогнозирования ряда, на котором сеть не была обучена, приведет к ошибочному результату. Предложенный блок многофункциональной обработки 1 позволяет обеспечить контроль СПД на основе использования модели анализа событий.

Самоорганизующаяся карта Кохенена как НС без учителя решает задачу кластеризации. Блок многофункциональной обработки 2 предназначен прогнозирования многоэтапной атаки.

Блок многофункциональной обработки потока 2 строится на основе сети Джордана. Была выбрана нейронная сеть Джордана потому, что их широко применяют в задачах прогнозирования временных рядов, где важно учитывать исторические данные и их последовательность для прогнозирования будущих значений. Они также могут использоваться для моделирования последовательностей данных в других областях, таких как обработка естественного языка и распознавание речи. Содержит входной слой, скрытый слой, выходной образ. Сеть Джордана – это РНС, которая имеет обратную связь от выходного слоя к входному. То есть, выход предыдущего шага используется как входной сигнал для следующего шага [5].

Однако, нейронные сети Джордана могут страдать от проблемы затухания или взрывного роста градиентов, особенно в случае длинных последовательностей данных. Это может затруднить обучение модели и привести к ухудшению производительности. В последние годы были разработаны более сложные архитектуры рекуррентных сетей, такие как *LSTM* и *GRU*, которые частично решают эти проблемы и получают более хорошие результаты во многих задачах последовательного моделирования данных [5].

На рисунке 3 изображена схема блока многофункциональной обработки 2.

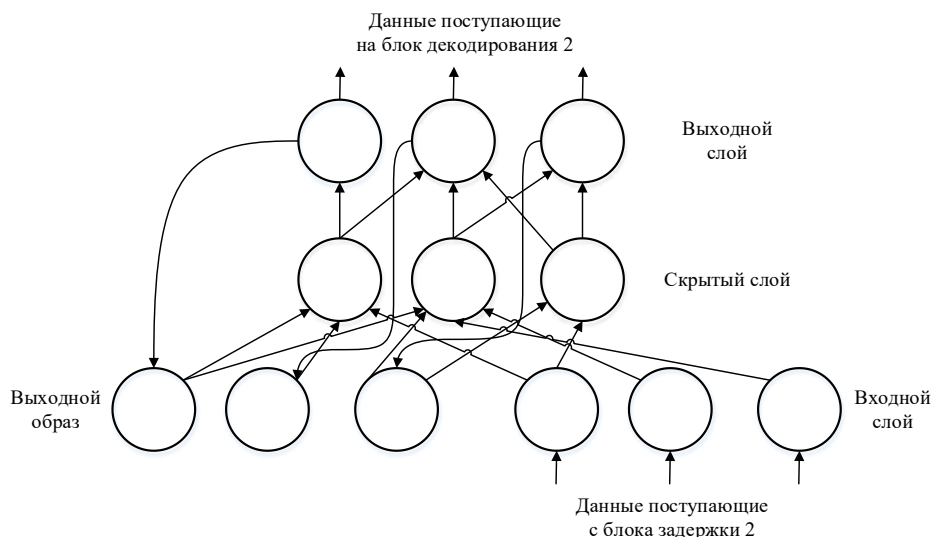


Рисунок 3 – Схема блока многофункциональной обработки 2

В данном блоке работает потоковая РНС, которая состоит из рекуррентных слоев, сохраняющих информацию о предыдущих состояниях, и использовать ее при обработке текущего входа. Каждый слой принимает на вход текущий элемент последовательности и выход предыдущего слоя.

На входной слой подается нормализованный кодированный набор данных цифрового потока. После чего данные передаются через слои, в которых внутренние состояния обновляются и передаются на следующий шаг. После обработки результаты декодируются и преобразуются в текстовую форму на выходном слое [6,7].

Особенность заключается в подаче в трехслойную сеть с обратными связями сигнала в сети Джордана, разложенного на составляющие в базисе, согласованном с входным слоем сети, представлении сигнала в виде последовательных совокупностей единичных образов в соответствии с предварительно заданными правилами его распознавания с учетом обратных результатов распознавания (входной образ), сдвигах совокупностей единичных образов вдоль слоев с учетом их текущих состояний, запоминании результатов распознавания на элементах сети, использовании в качестве результатов обработки последовательных совокупностей

единичных образов на выходном слое сети после обратного преобразования в соответствующие им исходные сигнал

Таким образом, блоки многофункциональной обработки средства СК безопасности информации в СПД способны выполнять необходимые функции с прогнозом стратегии вторжения противника. В результате могут сокращаться угрозы безопасности путем активного исследования и анализа потенциальных уязвимостей и стратегий вторжения, а также разработки и реализации эффективных мер защиты.

Список литературы

1. Липатников В.А., Мелихов И.А., Мелехов К.В. Особенности сетевого контроля в сети передачи данных в условиях многоэтапных атак // Технологии. Инновации. Связь: материалы научно-практической конференции. – СПб.: Военная академия связи имени маршала советского союза С.М. Буденного Министерства обороны Российской Федерации, 2023. – С. 171-174.

2. Макеев А.С. Факторы, влияющие на эффективность управления информационной безопасностью // Молодой ученый. – 2016. – №10(114). – С. 66-69.

3. Крибель А.М., Перов Р.А., Лаута О.С., Скоробогатов С.Ю. Модель выявления аномалий в сетевом трафике сети передачи данных в условиях компьютерных атак // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2022. – Вып. 5. – С. 228-239.

4. Липатников В.А., Тихонов В.А. Распознавание вторжений нарушителя при управлении кибербезопасностью инфраструктуры интегрированной организации на основе нейро-нечетких сетей и когнитивного моделирования // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании: материалы VIII Международной научно-технической и научно-методической конференции. – СПб.: СПбГУТ, 2019. В 4 т.. Т. 1. – 659-664.

5. Липатников В.А., Ломанов А.А. Способ обнаружения и классификации многоэтапной атаки на основе долгой краткосрочной памяти // Технологии. Инновации. Связь: материалы научно-практической конференции. – СПб.: Военная академия связи имени маршала советского союза С.М. Буденного Министерства обороны Российской Федерации, 2022. С. 104-108.

УДК 65.007

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Принцев Николай Владимирович – эксперт

Научный центр (Санкт-Петербург)

Егоренков Сергей Александрович – преподаватель кафедры огневой подготовки

Санкт-Петербургский военный ордена Жукова институт войск национальной гвардии Российской Федерации

Аннотация. В работе рассматриваются основные способы повышения грузоподъемности автотранспортных средств. Речь идет об улучшении потребительских свойств легкого грузового транспорта, джипов и легковых автомобилей. Новизной является предложение по установке специальных креплений для многофункциональной сменной платформы – контейнера. Данное решение можно использовать для нужд сельского хозяйства и перевозки плодоовощных культур, таких как: капуста или картофель.

Ключевые слова: грузоперевозки, сельское хозяйство, автомобиль, контейнер, платформа, инновации, экономия топлива, УАЗ, УАЗ Профи, КамАЗ, ВАЗ.

WAYS TO INCREASE THE CARRYING CAPACITY OF VEHICLES

Printsev Nikolay V. – Expert

Scientific Center

Egorenkov Sergey A. – Lecturer at the Fire Training Department

Saint-Petersburg Military Order of Zhukov Institute of the National Guard Troops

Abstract. In this paper, the authors consider the main ways to increase the carrying capacity of vehicles. We are talking about improving the consumer properties of light trucks, jeeps and cars. The novelty of the authors is the proposal for installing special fasteners for a multifunctional removable platform – a container. This solution can be used for agricultural needs and transportation of fruits and vegetables, such as cabbage or potatoes.

Keywords: cargo transportation, agriculture, car, container, platform, innovation, fuel economy, UAZ, UAZ Profi, KamAZ, VAZ.

Актуальность данной работы обусловлена постоянным увеличением грузооборота служб доставки товаров, развитием Арктики и восстановлением сельского хозяйства. В последние годы можно заметить новую тенденцию, которая указывает на изменение представлений о грузоперевозках. Грузоперевозки становятся более адресными, а к работе в этой сфере привлекается всё больше самозанятых, которым предпочтительно использовать личное авто, нежели арендовать его у компании. Востребованность на рынке грузовых автомобилей лёгкого класса приводит к повышению цены на такие авто, как «Лада Ларгус» или «Газель».

В последние годы наша страна всё активнее проводит свою политику в Арктике, что требует новых подходов и к проектированию транспортных средств [1].

Сфера доставки товаров постоянно растёт, но повышение эффективности возможно лишь благодаря применению новых решений, дающих конкурентные преимущества [2].

Полезным для изучения является недавний опыт отечественного автопрома, когда на заводском уровне решался вопрос о повышении грузоподъемности.

Ульяновский Автомобильный Завод (УАЗ) решил выставить на рынок продукт, который стал конкурентом «Газели», и предложил в 2021 году обновленную версию УАЗ «Карго» – УАЗ «Профи». Цена на УАЗ «Профи» была ниже, чем у «Газели», что сделало машину довольно популярной в службах доставки. По сравнению с версией «Карго» у модели «Профи» были некоторые изменения в конструкции, которые позволили повысить грузоподъемность, а именно, прежде всего, была усилена рама, а также было изменено крепление диска колеса к ступице. Если на других версиях автомобилей УАЗ (семейств 3151, 452 (СГР), «Патриот») были использованы ступицы с креплениями диска в пяти точках, то на модели «Профи» было использовано крепление в шести точках. Однако пользователи УАЗ «Профи» были недовольны излишним расходом топлива, ибо использование крупных внедорожных колес и полного привода в городе было нецелесообразным.

Во-первых, повышался расход топлива.

Во-вторых, повышалась высота погрузки, что усложняло труд грузчиков, ибо в полноприводной версии «УАЗ Профи» высота платформы была несколько больше, чем у «Газели».

В-третьих, стандартные шины, предназначенные для бездорожья и грунтовых дорог, имели довольно низкий предел грузоподъемности.

Всё это сводило на нет конкурентную борьбу между заводами ГАЗ и УАЗ за рынок лёгких грузовых автомобилей с максимальной массой до 3500 кг. Тогда УАЗ представил на рынок новый продукт, переоборудовав автомобиль УАЗ «Профи» под двускатную ошиновку заднего моста, и изменили колесную формулу с 4x4 на 4x2, превратив полноприводный авто в заднеприводный, а на место переднего моста была установлена балка. Автомобиль стал более экономичным, а главное, он был оборудован вместительной грузовой платформой. Хотя «Профи» и имел определенный недостаток, который заключался в более слабой обзорности,

чем у «Газели», т.к. водителю было сложнее осматриваться при выезде из дворов из-за выступающего капота, но это практически не сказалось на популярности модели «Профи», которую можно часто встретить на улицах городов. Увеличением грузоподъемности версии «Профи» и осмыслением задач, которые решили специалисты УАЗ, был показан пример того, как компания может реагировать на запросы общества.

Опыт КамАЗ тоже требует отдельного рассмотрения. В начале двадцать первого века стартовали масштабные стройки (например, КАД Санкт-Петербург), где требовался грузовой автомобиль большей грузоподъемности.

КамАЗ откликнулся на этот запрос и представил новую версию самосвала с увеличенным объемом кузова, усиленной платформой кузова, подрамником, а также более мощным двигателем. Изменилось также и крепление колёс, которое стало более надёжным. Увеличение грузоподъемности самосвалов КамАЗ позволило не только увеличить количество перевозимого груза, но и сократить число рейсов, что сделало труд шофера более предпочтительным и высокооплачиваемым при нормальном графике работы. Всё это привело КамАЗ к успеху, т.к. он был фактически единственным производителем в нашей стране, который смог обеспечить запросы рынка в данной нише.

Горьковский Автомобильный Завод (ГАЗ) увеличение грузоподъемности своих автомобилей связывает и с увеличением базы (расстояния между центрами передних и задних колес). Такой подход, который часто применяется на автомобилях «Газель», связан не только с увеличением объема груза, как иногда полагают обыватели, но и с более правильным распределением массы груза.

Наименьшее негативное влияние на автомобиль со стороны груза обеспечивается его расположением в пределах базы, ибо таким образом обеспечивается правильное распределение массы груза между осями.

При выходе груза за пределы базы будет перегружен задний мост, а передний мост будет приподниматься, что негативно может сказаться на управляемости автомобиля. Чтобы этого избежать осуществляется перенос заднего моста назад, т.е. производится увеличение базы с совместной установкой усилителя рулевого управления. По такому пути пошел и УАЗ, когда для бортовой версии семейства 452 / 3741 (СГР) был осуществлен перенос назад креплений задних рессор. На автомобиле УАЗ-33036 была увеличена база на 250 мм по сравнению с УАЗ-3303, хотя размер грузовой платформы остался прежним. Также выросла грузоподъемность до 1300кг у УАЗ-33036 по сравнению с 1000 кг у УАЗ-3303. Увеличение грузоподъемности было совмещено с увеличением максимальной скорости, что стало возможным благодаря установке двигателя 2,9 л. вместо двигателя рабочим объемом 2,4 литра [3].

Опыт Волжского Автомобильного Завода (ВАЗ) по увеличению грузоподъемности своих авто тоже интересен, т.к. для производства лёгкого коммерческого транспорта АвтоВАЗ учредил компанию «ВИС-авто», которая производила и производит грузовые автомобили на базе комплектующих ВАЗ. Находкой компании «ВИС-авто» было то, что в задней части на полураму устанавливалась грузовая платформа, под которой размещалась рессорная подвеска, хотя штатная модель ВАЗ имела пружинную подвеску.

Проанализировав отечественные разработки, можно сделать вывод о том, что производственный потенциал нашей страны постоянно развивается. Например, на базе автомобилей УАЗ изготавливается множество версий, которые применяются в т.ч. и в области сельского хозяйства или коммунальных служб. Выпускаются версии УАЗ-452 с самосвальным кузовом, а также довольно экзотические версии УАЗ-452, которые имеют поворотные механизмы на всех четырёх колесах. Однако в рамках данного исследования не удалось найти отечественной разработки, которая бы позволила оперативно менять платформу или контейнер для перевозки капусты или картофеля. Поэтому авторы решили провести исследование в данной области.

Целью данной работы является разработка оптимального решения по увеличению грузоподъемности автомобилей.

Конструкционные доработки для повышения грузоподъемности автомобилей

Выше авторы уже рассматривали некоторые конструкционные доработки, которые применяются отечественными автопроизводителями.

Перечислим основные конструкционные доработки, обеспечивающие повышение грузоподъемности:

а) усиление подвески (добавление дополнительных листов в рессоры, если подвеска рессорная);

б) удлинение и усиление рамы;

в) установка усиленной грузовой платформы;

г) усиление крепления колес к ступицам (увеличение количества точек крепления);

д) изменение ошиновки (добавление дополнительных колес);

К числу иных мероприятий, напрямую не связанных с увеличением грузоподъемности, но проводимых на заводах для сохранения динамических характеристик автомобиля относятся:

– усиление тормозной системы;

– установка понижающей трансмиссии с увеличенным передаточным числом;

– установка форсированного или дефорсированного двигателя с увеличенным крутящим моментом.

Помимо заводских конструкционных доработок владелец автомобиля может самостоятельно внести изменения в конструкцию, либо воспользоваться услугами станций технического обслуживания.

Перечислим основные конструкционные доработки, которые могут автовладельцы осуществить самостоятельно: усиление грузовой платформы; установка подрессорников; установка подрамника; установка пневматической подвески; замена сцепления на более усиленное.

Проанализировав различные виды работ по повышению грузоподъемности, становится понятно, что заводские методики отличаются от тех, которые используют станции технического обслуживания автомобилей, при этом отсутствует общий системный подход по данной теме, т.е. автовладельцы и автозаводы видят одну и ту же проблему с разных сторон и выбирают различные технические решения.

Системный подход к повышению грузоподъемности автомобилей

Авторы указывают на необходимость выработки системного подхода с целью устранения понятийных разногласий, негативно влияющих на развитие автотранспортной отрасли и грузоперевозок в целом.

У разных автопроизводителей применяется различная методология расчета грузоподъемности, которая также варьируется в зависимости от принадлежности авто (частное, коммерческое, государственное). Например, грузопассажирские автомобили Японии рассчитаны лишь на кратковременную загрузку до полной указанной грузоподъемности, но зато имеют малый расход топлива. Автомобили США рассчитаны на эпизодическую загрузку до указанной грузоподъемности и имеют более просторный салон, что также сказывается на увеличении расхода топлива. Отечественные автомобили рассчитаны на продолжительное движение с полной загрузкой, т.е. имеют более надежную и жесткую ходовую часть, что сказывается на динамике, расходе топлива и эргономике. Европейские страны не имеют ярких представителей грузопассажирского класса, что свидетельствует о разделении труда, когда один человек выполняет работы, используя коммерческую технику, а другой имеет машину для личного пользования. Сказанное позволяет сделать вывод о том, что отсутствует единая система по расчету грузоподъемности.

Данная проблема вызвана не только различными подходами к проектированию автомобилей в разных странах, но и проблемами, связанными с метрологией, где нет единого мнения о том, как нужно рассчитывать те или иные параметры [4].

Сегодня перед отраслевыми научными организациями у нас в стране не ставится вопрос о создании типового регламента по переоборудованию автомобиля под нужды сельского хозяйства. Поэтому следует сформулировать методику расчета для определения возможности

увеличения грузоподъемности с использованием когнитивного подхода. Используя когнитивный подход [5-7], т.е. составление интервью, отображающихся в виде когнитивных матриц, авторы предлагают определенные условия, которые необходимо соблюдать перед началом мероприятий по увеличению грузоподъемности.

Во-первых, следует тщательно изучить потребности автовладельца, т.к. возможно, что увеличение грузоподъемности не требуется, а необходимо изменить логистику или заменить само транспортное средство.

Во-вторых, следует оценить техническое состояние данного автомобиля.

В-третьих, следует оценить работу подвески в нагруженном состоянии. Оценка работы подвески необходимо фиксировать при помощи регистрирующей аппаратуры, а также видеосъемки. При полной регламентированной загрузке и движении автомобиля по брусчатой дороге на скорости в бне 0 км/ч е должно наблюдаться пробоев в работе подвески. Следует оценить работу двигателя, трансмиссии и тормозов на предмет перегруженности.

Далее выносятся решение о целесообразности повышения грузоподъемности данного автотранспортного средства и разрабатывается проект переоборудования. Помимо рассмотренных выше как заводских, так и не заводских мер увеличения грузоподъемности авторы предлагают свой вариант, который заключается в установке на раму автотранспортного средства креплений для платформы - контейнера.

Решение об использовании съемного контейнера обусловлено следующими факторами:

Во-первых, перевозка сельскохозяйственной плодоовощной продукции (такой как капуста, яблоки, картофель) требует длительной погрузки и разгрузки, что нарушает хронометраж работы службы доставки.

Во-вторых, яблоки и капуста чувствительны к механическим повреждениям, возникающим при неправильной погрузке. Использование съемной платформы или контейнера позволит избежать травмирования оболочки яблок или капусты, т.к. грузчики будут аккуратно складывать продукцию, а не забрасывать ее на высоту машины.

В-третьих, переоборудование самой машины будет экономически более привлекательным, т.к. установка креплений более выгодна, нежели замена грузовой платформы целиком. Сам контейнер можно использовать в виде тары для доставки на продуктовые базы или же напрямую в торговую точку. Если установить контейнер не на крепления, а непосредственно на платформу, то платформа может не выдержать такого перегруза, поэтому крепления должны устанавливаться непосредственно на раме.

Принципиально изобретение напоминает существующую систему, которая используется в крупнотоннажных контейнерных перевозках. Однако найти подобные решения для оборудования лёгких грузовых автомобилей авторам не удалось. К тому же использование автомобиля под контейнеровоз не подразумевает наличие грузовой платформы, что сокращает возможный набор функционала. Устанавливать на раму крепления для платформы следует как можно ближе к кронштейнам рессор, чтобы снизить нагрузку на раму. Между платформой контейнера и штатным полом автомобиля следует проложить упругий поролон, чтобы лучше распределить массу груза по автомобилю, а также предохранить крепления платформы от резких динамических воздействий, возникающих при наезде автомобиля на неровность дороги.

Заключение

Установка креплений для съемной платформы контейнера вкупе с установкой пневматических амортизаторов увеличит массу автомобиля лишь на 3-5%, тогда как использование других решений (новая грузовая платформа, подпрессорники) приведет к увеличению массы автомобиля на 10-15%. Таким образом, решение, которое предлагают авторы, позволит добиться экономии топлива, когда автомобиль не используется для перевозки грузов сельскохозяйственного назначения.

Помимо этого, использование автомобиля станет более удобным, т.к. погрузку и разгрузку плодоовощной продукции можно поручить рабочим самостоятельно, на удобной для них высоте, тогда как на автотранспортном средстве могут выполняться другие работы.

Использование контейнеров позволяет сократить число простоев в работе и удобнее, чем использование палет, т.к. палеты имеют стандартный размер, а платформу можно изготовить непосредственно под конфигурацию конкретного автомобиля, что особенно важно в том случае, если осуществляется переоборудование автотранспортного средства под нужды сельского хозяйства.

Список литературы

1. Малыгин И. Г., Гавкалюк Б. В. Вопросы устойчивого функционирования транспортного комплекса Арктической зоны Российской Федерации при чрезвычайных ситуациях // Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы. Арктика – регион стратегических интересов: правовая политика и современные технологии обеспечения безопасности в Арктическом регионе: материалы Международной научно-практической конференции. – СПб: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2020. – С. 7-9.
2. Габриелян Д.Л., Гвоздарева Л.П. Основы поиска факторов эффективности городской службы доставки // Актуальные вопросы современной экономической науки: материалы VII Международной научной конференции. – Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет». – 2017. – С. 194-198.
3. Руководство по ремонту, эксплуатации и техническому обслуживанию автомобилем УАЗ-31512, УАЗ-31514, УАЗ-3153, УАЗ-3741, УАЗ-3962, УАЗ-2206, УАЗ-3303, УАЗ-3909, УАЗ-33036, УАЗ-39094, УАЗ-39095. – Москва : Третий Рим, 2004. – 144с.
4. Ершов А.Г. Истина и метрология: новая парадигма? // Законодательная и прикладная метрология. – 2015. – № 4(137). – С. 28-34.
5. Ванягин В.Е., Аниканов М.В., Егоренков С.А. Интеграция искусственного интеллекта и образования // Вестник Санкт-Петербургского военного института войск национальной гвардии. – 2023. – № 2(23). – С. 155-165.
6. Принцев Н.В., Ершов А.Г. Особенности когнитивности гаражного сообщества в 21 веке // Технологии построения когнитивных транспортных систем – 2019: материалы Всероссийской научно-практической конференции с Международным участием. – СПб.: ИПТ РАН, 2019. – С. 302-308.
7. Принцев Н.В., Ершов А.Г., Томановская В.В. Моделирование когнитивного взаимодействия в гаражном сообществе // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2020: материалы Юбилейной международной научно-практической конференции. – СПб.: ИПТ РАН, 2020. – Т. 1. – С. 290-298.

УДК 65.007

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ ГЕРМЕТИЧНЫХ МОТОР-КОЛЕС

Принцев Николай Владимирович – эксперт

Ершов Александр Георгиевич – кандидат технических наук, специалист по инновационным технологиям

Томановский Ярослав Юрьевич – специалист

Научный центр (Санкт-Петербург)

Аннотация. В статье рассматривается возможность герметизации мотор-колес, применяемых для эксплуатации на транспортных средствах. Обсуждаются распространенные схемы герметизации мотор-колёс, вследствие чего отмечаются возможности изменения логики проектирования агрегатов транспортных средств. Предлагается к рассмотрению схема, разработанная авторами для герметизации мотор-колеса электромобиля «РоссТок».

Ключевые слова: Мотор-колесо, конструирование, технологичность конструкций, электромобиль, транспорт, инновации, логика, средства индивидуальной мобильности, НБИКС технологии.

DESIGN FEATURES OF SEALED MOTOR-WHEELS

Printsev Nikolay V. – Expert,

Ershov Alexander G. – Ph.D, specialist in innovative technologies,

Tomanovsky Yaroslav Yu. – specialist

«Scientific Center», Saint-Petersburg, Russia

Abstract. In the article, the authors consider issues related to the possibility of sealing motor wheels used for operation on vehicles. The work examines common sealing schemes for motor-wheels, as a result of which questions are raised regarding the possibility of changing the design logic of vehicle units. The authors also offer for consideration the scheme that the authors developed for sealing the motor-wheel of the «RossTok» electric vehicle.

Keywords: Motor-wheel; design; manufacturability of designs; electric car; transport; innovation, logic, personal mobility devices, NBICS technologies.

Научные открытия в области создания аккумуляторов позволили пересмотреть компоновочные схемы транспортных средств. Сегодня активно развивается электрический транспорт, использующий автономный ход, что стало возможным лишь благодаря освоению в производстве мощных и малогабаритных аккумуляторов. Однако в полной мере не используются все возможности новых открытий, а зачастую по инерции применяются схемы, давно устоявшиеся, где новое является лишь поводом для модернизации какого-то отдельного узла, но не облика транспортного средства (ТС) в целом. Ранее авторы исследовали возможность модернизации концепции облика современного электромобиля [1]. По мнению авторов, проектирование электромобиля должно основываться на возможностях, которыми располагают современные технологии. А именно, необходимо повышать грузоподъёмность относительно массы самого электромобиля. Но при этом в новом транспортном средстве должны присутствовать когнитивные свойства уже существующего транспорта, чтобы избежать проблемы интерфейса. Ведь нередко бывают случаи, когда новая технология отвергается лишь из-за того, что она требует переучивания, а затем и дополнительного привыкания.

В связи с повышением плотности энергии в новых технических решениях, авторы считают необходимым обратить внимание на мотор-колёса, как на возможную замену традиционной «автомобильной» компоновки. И, по мнению авторов, одним из важнейших параметров является улучшение герметизации мотор-колёс, что особенно важно не только для использования в Санкт-Петербурге, где повышенная влажность, но и в более южных регионах, где не является редкостью попадание песка. Влажность, как и песок губительны для любых механизмов, а особенно таких сложных механизмов, как мотор-колесо.

В связи с расширением влияния России в Арктике можно задуматься о создании инновационных транспортных средств [2].

По причине эффективности наибольшее распространение получили мотор-колёса на основе электрического привода.

Мотор-колесо представляет собой отдельный агрегат, конструктивно объединяющий в ограниченном монтажном объеме следующие элементы исполнительного механизма [3]: тяговый электродвигатель; механическую передачу; колесо, состоящее из шины (с камерой или без неё), обода и ступицы; опорные подшипники; механический тормоз; элементы уплотнения; элементы подвески; элементы системы поворота.

В специализированном издании [3] теме герметизации мотор-колёс уделен лишь один абзац текста, в котором утверждается, что при увеличении диаметра резинового сальникового

уплотнения, якобы, не происходит ухудшения его уплотнительных свойств. В схемах, предложенных в книге [3], число уплотнительных колец доходит до четырёх – пяти, но не меньше двух.

Поэтому можно было бы сформулировать следующие задачи для исследования с целью повышения надёжности герметичности мотор-колеса.

Во-первых, следует решить задачу о сокращении числа сальниковых уплотнителей до одного, а также создать схему без сальниковых уплотнителей, которую можно предложить для условий, где требуется максимально возможная герметичность.

Во-вторых, следует решить задачу об уменьшении диаметра сальникового уплотнения (в той схеме, где оно останется), т.к. при увеличении диаметра сальника повышается угловая скорость, а значит, и скорость истирания уплотнителя также повышается. То есть чем меньше диаметр сальника, тем меньше скорость его истирания, т.к. ниже угловая скорость.

Одним из преимуществ мотор-колёс является упрощение механической схемы при создании транспортных средств с колёсной формулой 8x8. Также мотор-колёса могут быть установлены на поворотном механизме и иметь угол поворота в 360 градусов. Это преимущество даёт возможность для широкого применения мотор-колёс, т.е. в электромобилях и средствах индивидуальной мобильности, тяжелых карьерных грузовиках.

Однако применение мотор-колёс имеет определенные недостатки.

Во-первых, мотор-колесо имеет повышенную массу по сравнению с обычным колесом, что приводит к увеличению неподрессоренной массы, влияющей на эргономические свойства транспортного средства.

Во-вторых, из-за повышения массы колеса увеличивается гироскопический момент самого колеса, который негативно сказывается на управляемости и динамике. Также негативно на управляемость может влиять и закрытость мотор-колеса по сравнению с обычным, ибо нарушается аэродинамика колеса.

В-третьих, нужно проектировать более прочную подвеску шасси транспортного средства, т.к. штатная подвеска не рассчитана на превышение крутящего момента, возникающего на участке между цапфой и рамой, т.к. именно этот участок принимает на себя основную нагрузку при резком старте или торможении.

Означенные проблемы могут быть отчасти решены благодаря применению новых материалов и благодаря подбору соответствующих конструкторских решений.

Основные критерии, определяющие целесообразность применения той или иной конструкции мотор-колёс, осуществляются, исходя из следующих характеристик [4]: вес привода, КПД привода, срок службы, стоимость.

При формировании концепции того или иного устройства возможно использование набора НБИКС-технологий [5]. В частности, при отборе тех или иных технических решений можно использовать инструментарий когнитивных технологий [6]. Разработка инновационных продуктов может быть использована в качестве мотиватора в образовательной сфере [7].

Несмотря на интерес автомобильной промышленности к разработкам мотор-колес, остаётся открытым вопрос относительно усовершенствования данного устройства. Проблема неподрессоренных масс отчасти решается установкой системы активной подвески [8]. Используемые в зарубежных прототипах образцы мотор-колес не защищены от попадания грязи или солёной воды, что указывает на недоработки предлагаемых образцов.

Анализ схем герметизации мотор-колёс

Авторы проанализировали ряд чертежей мотор-колес, исследовали устройство корпусов мотор-колес для выяснения схемы герметизации. На серийных транспортных средствах, а также прототипах применяются, в основном, две схемы герметизации. На рисунке 1 показаны стандартные схемы герметизации мотор-колес.

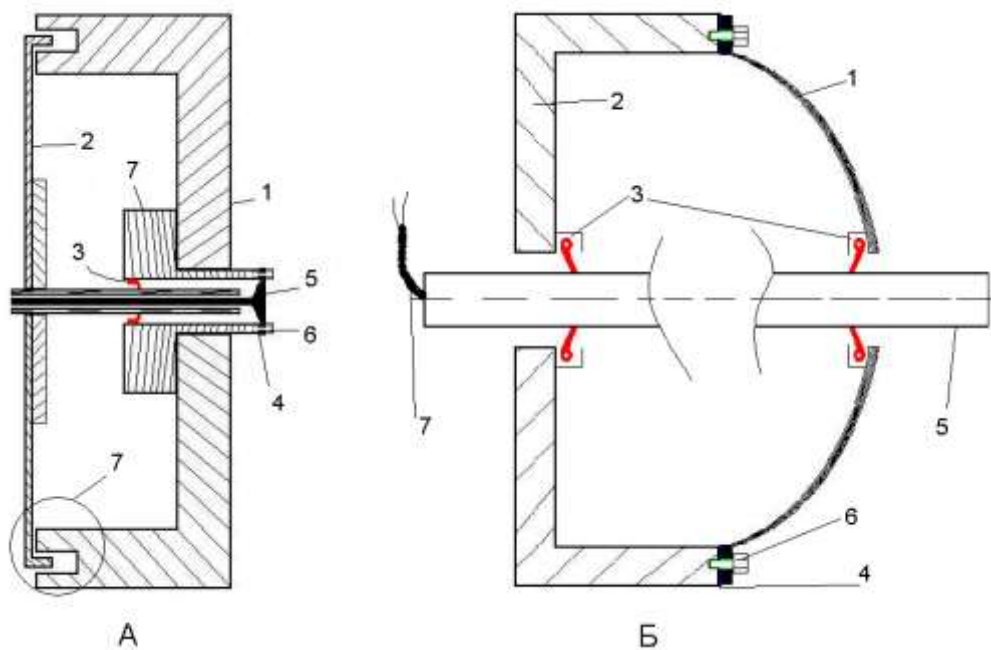


Рисунок 1 – Стандартные схемы герметизации мотор-колес

1а: 1) тормозной барабан; 2) тормозной щит; 3) сальник; 4) прокладка; 5) полуось; 6) болт; 7) шип.

1б: 1) крышка мотор-колеса; 2) корпус мотор-колеса; 3) сальники; 4) прокладка; 5) ось; 6) болт; 7) кабель.

Поскольку многие виды мотор-колес логически напоминают устройство барабанного тормозного механизма, то на рисунке 1а показана схема герметизации барабанного тормозного механизма. Такая схема герметизации весьма условна, т.к. она защищает лишь от крупных камней, а также замедляет скорость проникания воды при прохождении водных преград. Однако во время эксплуатации механизма внутри него могут накапливаться частицы грязи. Герметизация тормозного барабана осуществляется за счёт шипа (7), который образуется между тормозным барабаном (1) и тормозным щитом (2). На многих мотор-колесах отсутствует шип и электрическая обмотка показана в виде некоторого декоративного элемента. О долговечности и надёжности такого решения можно лишь догадываться. На крупных карьерных грузовиках вместо шипа устанавливается резиновый уплотнитель.

На рисунке 1б показана схема герметизации мотор-колеса горного велосипеда. Корпус (2) закрывается крышкой (1), которая крепится болтами (6). Между металлической крышкой и корпусом проложена прокладка (4). Преимуществом данной схемы герметизации является то, что сальники (3) имеют меньший диаметр, а значит, и меньшую угловую скорость. Электрический кабель (7) проходит через сверление в оси (5). Такая схема герметизации позволяет повысить эксплуатационные свойства электро-велосипеда, но не совсем пригодна для электромотоцикла, т.к. отсутствуют косвенные признаки о состоянии герметичности мотор-колеса. Помимо этого будет весьма осложнено сохранение герметичности мотор-колеса после нескольких сборочно-разборочных операций. Поэтому авторы решили разработать свой вариант герметизации мотор-колеса.

Схема герметизации мотор-колеса электромотоцикла «РоссТок»

Электромотоцикл «РоссТок», адаптированный для людей с инвалидностью, предлагается использовать в различных климатических зонах. Эксплуатация транспортных средств в целом, а электромотоциклов в особенности, в таком городе как Санкт-Петербург, предусматривает определенные трудности. В частности, к технике предъявляются особые требования по коррозионной стойкости и герметичности.

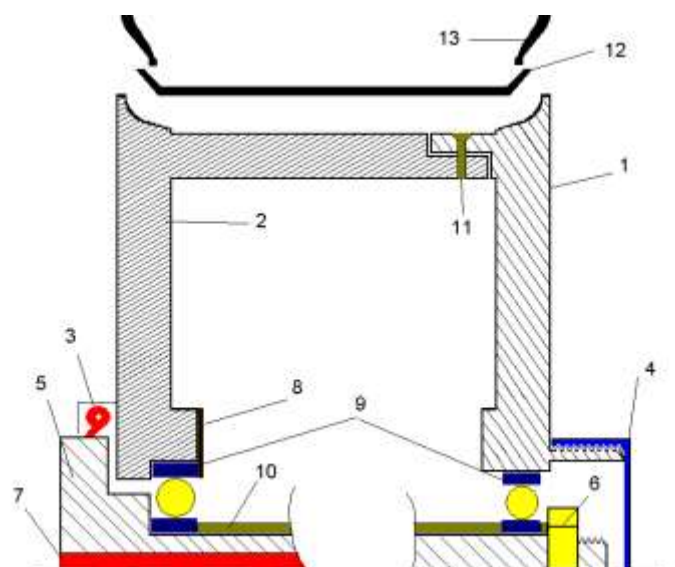


Рисунок 2 – Схема герметизации мотор-колеса электромобиля «РоссТок»

Пояснения к рисунку 2: 1) внешняя часть корпуса; 2) внутренняя часть корпуса; 3) сальник; 4) крышка; 5) вал; 6) гайка; 7) кабель; 8) фиксатор; 9) подшипники; 10) распорная втулка; 11) штифт; 12) прокладка; 13) покрывка.

На начальной стадии разработки концепции по модернизации корпуса мотор-колеса авторы решили заново проанализировать логику построения конструкторских решений других видов мотор-колес. Как правило, при установке мотор-колеса на автомобиль используется стандартный диск вместе с покрывкой, а мотор-колесо представляет собой отдельное устройство. Но авторы решили устанавливать покрывку непосредственно на мотор-колесо, а уплотнение между покрывкой и ободом использовать в качестве уплотнения мотор-колеса, что является новизной, поэтому авторы готовят это изобретение к патентованию.

Данная схема корпуса мотор-колеса имеет следующие преимущества:

- а) повышенную герметичность, т.к. имеется всего одно сальниковое уплотнение;
- б) повышенную стойкость к коррозии, т.к. в этой схеме отсутствуют выступающие наружу резьбовые соединения;
- в) использование воздуха внутри колеса в качестве некоторого прижима для улучшения уплотнения;
- г) наличие косвенных признаков о состоянии мотор-колеса (если колесо спущено, то нужно проверить редуктор);
- д) возможность быстрой замены колеса (для снятия колеса достаточно снять крышку (4) и открутить гайку (5));

Существенным недостатком данной схемы является проблема с отведением теплоты при работе электродвигателя.

Заключение. Авторами разработана оригинальная схема герметизации мотор-колеса.

Исследования в области совершенствования компонентной базы для электромобилей следует продолжать.

Список литературы

1. Принцев Н.В., Ершов А.Г., Томановская В.В. Модернизация облика современного электромобиля // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2021: материалы международной научно-практической конференции. – СПб.: ИПТ РАН. – 2021. – Т. 1. – С. 197-203.
2. Малыгин И.Г., Гавкалюк Б.В. Вопросы устойчивого функционирования транспортного комплекса Арктической зоны Российской Федерации при чрезвычайных

ситуациях // Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы. Арктика – регион стратегических интересов: правовая политика и современные технологии обеспечения безопасности в Арктическом регионе: материалы международной научно-практической конференции. – СПб: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС РФ. – 2020. – С. 7-9.

3. Яковлев А.И. Конструкция и расчет электромотор-колес. – М.: Машиностроение, 1970, – 240 с.

4. Догиль Д.С. Мотор-колесо // Электроэнергетика и электротехника: материалы 78-й научно-технической конференции студентов и аспирантов. – Минск: Белорусский национальный технический университет. – 2022. – С. 146-149.

5. Принцев Н.В., Ершов А.Г., Томановский Я.Ю. Повышение эффективности научных исследований в инновационных компаниях // Экономический вестник ИПУ РАН. – 2021. – Т. 2, № 4. – С. 95-103.

6. Принцев Н.В., Ершов А.Г., Томановская В.В. Моделирование когнитивного взаимодействия в гаражном сообществе // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2020: материалы Юбилейной международной научно-практической конференции. – СПб.: ИПТ РАН. – 2020. – Т. 1. – С. 290–298.

7. Ванягин В.Е., Анисанов М.В., Егоренков С.А. Интеграция искусственного интеллекта и образования // Вестник Санкт-Петербургского военного института войск национальной гвардии. – 2023. – № 2(23). – С. 155-165.

8. Ютт В.Е., Строганов В.И. Электромобили и автомобили с комбинированной энергоустановкой. Расчет скоростных характеристик. – М.: Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), 2016. – 108 с.

Сведения об авторах

Абдуллаева Милана Альбертовна – адъюнкт факультета подготовки кадров высшей квалификации, старший лейтенант внутренней службы ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева.

196105, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149, blackwolf1205@mail.ru

Актерский Юрий Евгеньевич – доктор военных наук, профессор, профессор кафедры пожарной безопасности зданий и автоматизированных систем пожаротушения ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева.

196105, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149, aue2002@yandex.ru.

Аксенов Владимир Алексеевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой техносферной безопасности ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта».

127994, ГСП-4, Россия, Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, Nastyadarenskikh@gmail.com.

Алферова Алена Александровна – начальник учебного отдела, ассистент кафедры аэропортов и авиационных перевозок ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова.

196210, Россия, Санкт-Петербург, ул. Пилотов, д.38, info@srbgiga.ru.

Антипенко Инна Викторовна – преподаватель кафедры экономики предприятия ФГБОУ ВО Керченский государственный морской технологический университет.

298309, Россия, Керчь, ул. Орджоникидзе, д. 82, a.sofi@mail.ru.

Астахова Алена Сергеевна – студент ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова.

196210, Россия, Санкт-Петербург, ул. Пилотов, д.38, astakhova.alena@mail.ru.

Афанасьев Александр Сергеевич – кандидат военных наук, профессор, заведующий кафедрой транспортно-технологических процессов и машин ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II».

199026, Россия, Санкт-Петербург, Васильевский остров, Средний проспект В.О., д. 82, A.S.Afanasev@mail.ru.

Балабанов Иван Дмитриевич – аспирант Высшей школы техносферной безопасности ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого.

195251, Россия, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29, t__54@mail.ru.

Беспалько Сергей Валерьевич – доктор технических наук, профессор кафедры вагонов и вагонного хозяйства ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта».

127994, ГСП-4, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, bespalco@hotmail.ru.

Богданов Евгений Вадимович – старший преподаватель кафедры аэропортов и авиaperезовок ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова.

196210, Россия, Санкт-Петербург, ул. Пилотов, д. 38, ebogdanov76@yandex.ru.

Божук Николай Михайлович – кандидат технических наук, заведующий кафедрой радиосвязи на морском флоте ФГБОУ ВО Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова.

198035, Россия, Санкт-Петербург, ул. Двинская, д. 5/7, VozhukNM@gumrf.ru.

Борисов Александр Николаевич – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры систем автоматического управления и бортовой вычислительной техники ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный морской технический университет.

190121, Россия, Санкт-Петербург, ул. Лоцманская, д. 3, bor_fond93@mail.ru.

Научный сотрудник лаборатории проблем организации транспортных систем
ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.

199178, Россия, Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13, bor_fond93@mail.ru.

Бородина Ольга Владимировна – научный сотрудник лаборатории интеллектуальных транспортных систем ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.

199178, Россия, Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13, borodinaov@gmail.com.

Булатов Наиль Назимович – адъюнкт факультета подготовки кадров высшей квалификации ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева.

196105, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149, Nail-442@mail.ru.

Бутусов Павел Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры летной эксплуатации и безопасности полетов в гражданской авиации ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова.

196210, Россия, Санкт-Петербург, ул. Пилотов, д. 38, butusovpn@mail.ru.

Валитов Максим Васильевич – студент 1-го курса магистратуры факультета инфокоммуникационных технологий по направлению: инфокоммуникационные технологии и системы связи». ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО».

197101, Россия, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 49, лит. А, seliverstov_s_a@mail.ru.

Инженер-программист Института Авиационного приборостроения «Навигатор» (АО «Навигатор»).

199106, Россия, Санкт-Петербург, ул. Шкиперский проток, д. 14, к. 19, seliverstov_s_a@mail.ru.

Вепрев Даниил Владиславович – студент факультета аэропортов и инженерно-технического обеспечения полетов ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова.

196210, Россия, Санкт-Петербург, ул. Пилотов, д. 38, ebogdanov76@yandex.ru.

Верченева Юлия Витальевна – студент 4 курса кафедры интермодальных перевозок и логистики ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова.

196210, Россия, Санкт-Петербург, ул. Пилотов, д.38, uvercheneva@mail.ru.

Гелюх Николай Павлович – аспирант по направлению подготовки – техносферная безопасность ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта».

127994, ГСП-4, Россия, Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, Nastyadarenskikh@gmail.com.

Глинский Владимир Анатольевич – кандидат технических наук, доцент кафедры интермодальных перевозок и логистики ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова.

196210, Россия, Санкт-Петербург, ул. Пилотов, д.38, vglinskiy@yandex.ru.

Головченко Глеб Валентинович – кандидат технических наук, доцент кафедры аэропортов и перевозок ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова.

196210, Россия, Санкт-Петербург, ул. Пилотов, д. 38, g.golovchenko@rirc-pulkovo.ru.

Даренских Анастасия Игоревна – аспирант по направлению подготовки – техносферная безопасность ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта».

127994, ГСП-4, Россия, Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, Nastyadarenskikh@gmail.com.

Дмитров Константин Сергеевич – аспирант кафедры электрооборудования судов и автоматизации производства ФГБОУ ВО Керченский государственный морской технологический университет.

298309, Россия, Керчь, ул. Орджоникидзе, д. 82, atlaskonstantin@gmail.com.

Дубрава Даниил Антонович – студент бакалавриата высшей школы киберфизических систем и управления института компьютерных наук и технологий ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого.

195251, Россия, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29, dubrava.da@edu.spbstu.ru.

Дурандин Максим Александрович – студент факультета аэропортов и инженерно-технического обеспечения полетов ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова.

196210, Россия, Санкт-Петербург, ул. Пилотов, д. 38, roventod@yandex.ru.

Егоренков Сергей Александрович – преподаватель кафедры огневой подготовки Санкт-Петербургский военный ордена Жукова институт войск национальной гвардии Российской Федерации.

198206 СПб, ул. Лётчика Пилютова д.1, egorenkoff83@mail.ru.

Елисеев Павел Владимирович – магистрант кафедры систем автоматического управления и бортовой вычислительной техники ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный морской технический университет.

190121, Россия, Санкт-Петербург, ул. Лоцманская, д. 3, deusagnis@gmail.com.

Ершов Александр Георгиевич – кандидат технических наук, специалист по инновационным технологиям Научного центра (Санкт-Петербург).

195426, Россия, Санкт-Петербург, Индустриальный пр., д.13, super.ppr2014@yandex.ru.

Ефремова Виктория Александровна – аспирант кафедры транспорта и технологических процессов и машин ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II».

199106, Россия, Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия, д. 2, safravi@mail.ru.

Жижева Милена Евгеньевна – студент ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова.

196210, Россия, Санкт-Петербург, ул. Пилотов, д.38, mil.zh@mail.ru.

Захарова Елена Александровна – старший преподаватель кафедры пожарной, аварийно-спасательной техники и автомобильного хозяйства ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева.

196105, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149, lyudamil@mail.ru.

Зиганина Виктория Николаевна – магистрант Высшей школы авионавигации ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова.

196210, Россия, Санкт-Петербург, ул. Пилотов, д. 38, viktoriya.pup@gmail.com.

Зингер Даниил Юрьевич – студент 4 курса специалитета автомобильно-дорожного факультета, кафедра наземных транспортно-технологических машин, направление наземные транспортно-технологические средства ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет.

190005, Россия, Санкт-Петербург, 2-ая Красноармейская ул., д. 4, zinger.2017@list.ru.

Зотов Анатолий Анатольевич – аспирант ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет».

460018, Россия, Оренбург, проспект Победы, д. 13, zotov.sfera-invest@outlook.com.

Иванов Александр Алексеевич – студент кафедры транспортно-технологических процессов и машин ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II».

199106, Россия, Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия, д. 2, sasha24200278@gmail.com.

Иванов Алексей Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры пожарной безопасности технологических процессов и производств ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева.

196105, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149, spark002@mail.ru.

Караваяев Никита Андреевич – студент кафедры Транспортно-технологических процессов и машин ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II».

199106, Россия, Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия, д. 2, nikita_karavaev15@mail.ru.

Киселева Виктория Сергеевна – адъюнкт факультета подготовки кадров высшей квалификации ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева.

196105, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149, s-kiseleva1@mail.ru.

Кичигин Максим Сергеевич – магистрант ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова.

196210, Россия, Санкт-Петербург, ул. Пилотов, д. 38, aviationtheory@yandex.ru.

Козаков Дмитрий Владимирович – аспирант кафедры электроэнергетики и электротехники ФГБОУ ВО Керченский государственный морской технологический университет.

298309, Россия, Керчь, ул. Орджоникидзе, д. 82, Sergiiblack@gmail.com.

Комиссарова Евгения Геннадьевна – инженер I категории отдела промышленного дизайна и прототипирования Проектно-конструкторского бюро локомотивного хозяйства, аспирант кафедры вагонов и вагонного хозяйства ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта».

127994, ГСП-4, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, komissarova.jenka@mail.ru.

Конилова Елена Викторовна – кандидат технических наук, доцент кафедры аэропортов и авиaperевозок ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова.

196210, Россия, Санкт-Петербург, ул. Пилотов, д. 38, elenavictorovnak@mail.ru.

Королева Людмила Анатольевна – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры пожарной, аварийно-спасательной техники и автомобильного хозяйства ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева.

196105, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149, lyudamil@mail.ru.

Косторнова Александра Сергеевна младший научный сотрудник лаборатории интеллектуальных систем ФГБУН «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук» (СПб ФИЦ РАН), Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации Российской академии наук (СПИИРАН).

199178, Россия, Санкт-Петербург, 14-я линия В.О., 39, svistunova_alexandra@bk.ru.

Кошевой Дмитрий Олегович – аспирант », кафедра электрооборудования судов и автоматизации производства ФГБОУ ВО Керченский государственный морской технологический университет.

298309, Россия, Керчь, ул. Орджоникидзе, д. 82, oldman1998dima@gmail.com.

Кривилев Константин Сергеевич – студент магистратуры, 2 курс, факультет высшей школы аэронавигации, направление эксплуатации аэропортов и обеспечения полетов воздушных судов, профиль «Управление аэропортовой деятельностью» ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова.

196210, Россия, Санкт-Петербург, ул. Пилотов, д. 38, inferno750@mail.ru.

Кузнецова Елена Алексеевна – аспирант кафедры транспортно-технологических процессов и машин ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II».

199106, Россия, Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия, д. 2, e.a.kuznetsova347@yandex.ru.

Курганова Надежда Владимировна – аспирант 4 курса, кафедры управления транспортным бизнесом и интеллектуальные системы ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта».

127994, ГСП-4, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, uvercheneva@mail.ru.

Кустов Александр Сергеевич – магистрант кафедры электроэнергетики и электротехники, кафедра электрооборудования судов и автоматизации производства ФГБОУ ВО Керченский государственный морской технологический университет.

298309, Россия, Керчь, ул. Орджоникидзе, д. 82, 82, esiar@mail.ru.

Липатников Валерий Алексеевич – доктор технических наук, профессор, заслуженный изобретатель Российской Федерации, почетный работник высшего профессионального образования РФ, старший научный сотрудник ФГКВУ ВО «Военная орденов Жукова и Ленина Краснознаменная академия связи имени Маршала Советского Союза С.М. Буденного».

194064, Россия, Санкт-Петербург, Тихорецкий пр., д. 3, lipatnikovanl@mail.ru.

Мальчиков Константин Борисович – адъюнкт ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева.

196105, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149, malchikov87@mail.ru.

Мартынов Виктор Леонидович – доктор технических наук, профессор кафедры радиосвязи на морском флоте ФГБОУ ВО Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова.

198035, Россия, Санкт-Петербург, Межевой канал, д. 6, martynovvoenteh@mail.ru.

Махмутова Алсу Риядовна – студент ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова.

196210, Россия, Санкт-Петербург, ул. Пилотов, д. 38, elma-96@mail.ru.

Мелехов Кирилл Витальевич – адъюнкт ФГКВУ ВО «Военная орденов Жукова и Ленина Краснознаменная академия связи имени Маршала Советского Союза С.М. Буденного».

194064, Россия, Санкт-Петербург, Тихорецкий проспект, д. 3, kirill_melehov@bk.ru.

Мелихов Иван Александрович – оператор роты (научной) ФГКВУ ВО «Военная орденов Жукова и Ленина Краснознаменная академия связи имени Маршала Советского Союза С.М. Буденного».

194064, Россия, Санкт-Петербург, Тихорецкий проспект, д. 3, mia330216@mail.ru.

Михайлова Мария Юрьевна – младший научный сотрудник лаборатории проблем экологии транспортных систем ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.

199178, Россия, Санкт-Петербург, 12-я линия В.О., д. 13, krab49@mail.ru.

Михальский Георгий Сергеевич – аспирант кафедры электрооборудования судов и автоматизации производства ФГБОУ ВО Керченский государственный морской технологический университет.

298309, Россия, Керчь, ул. Орджоникидзе, д. 82, mihalskiy@gmail.com.

Мехоношина Мария Олеговна – адъюнкт факультета подготовки кадров высшей квалификации ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева.

196105, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149, goryacheva.97@inbox.ru.

Монгуш Тигран Русланович – магистрант ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова.

196210, Россия, Санкт-Петербург, ул. Пилотов, д. 38, tigran.mongush@mail.ru.

Мошников Антон Романович студент кафедры Транспортно-технологических процессов и машин ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II».

199106, Россия, Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия, д. 2, anton.moshnikoff.2004@gmail.com.

Наумов Андрей Алексеевич – магистр, старший оператор роты (научной) ФГКВБОУ ВО «Военная орденов Жукова и Ленина Краснознаменная академия связи имени Маршала Советского Союза С.М. Буденного».

194064, Россия, Санкт-Петербург, Тихорецкий пр., д. 3, fedorovrn1@yandex.ru.

Орешикина Алина Дмитриевна – магистр кафедры транспортно-технологических процессов и машин ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II».

199106, Россия, Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия, д. 2, www.alinochka_03@mail.ru.

Панченко Михаил Вадимович – курсант ФГБОУ ВО Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова.

198035, Россия, Санкт-Петербург, Межевой канал д. 6, ranchenko.moe@mail.ru.

Парра Ариас Сунильда – аспирант кафедры транспортно-технологических процессов и машин ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский горный университет.

199106, Россия, Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия, д. 2, s233003@stud.spmi.ru.

Пеплер Артём Эдуардович – младший научный сотрудник лаборатории проблем организации транспортных систем ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.

199178, Россия, Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13, artem_pepler@mail.ru.

Подопригора Николай Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры наземных транспортно-технологических машин ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет.

190005, Россия, Санкт-Петербург, 2-ая Красноармейская ул., д. 4, n.v.podoprigora@gmail.com.

Попов Вячеслав Александрович – кандидат экономических наук, доцент кафедры аэропортов и авиационных перевозок ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова.

196210, Россия, Санкт-Петербург, ул. Пилотов, д. 38, ipet43725@gmail.com.

Попова Юлия Ивановна – студент 2-го курса магистратуры Высшей школы техносферной безопасности ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого.

195251, Россия, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29, t__54@mail.ru.

Принцев Николай Владимирович – эксперт Научного центра (Санкт-Петербург).

195426, Россия, Санкт-Петербург, Индустриальный пр., д.13, npt09@rambler.ru.

Пустовалов Илья Андреевич – преподаватель кафедры механики и инженерной графики ФГБОУ ВО Академия Государственной противопожарной службы МЧС России.

129366, Москва, ул. Бориса Галушкина, д. 4, ilya_pustovalov_2020@bk.ru.

Пишигоцкий Юрий Иосифович – научный сотрудник научно-исследовательского центра ФГКВБОУ ВО «Военная орденов Жукова и Ленина Краснознаменная академия связи имени Маршала Советского Союза С.М. Буденного».

194064, Россия, Санкт-Петербург, Тихорецкий пр., д. 3, fedorovrn1@yandex.ru.

Разумов Юрий Владимирович – старший помощник начальника дежурной смены службы пожаротушения ФПС ГПС Главного управления МЧС России по Республике Карелия, магистр ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева.

196105, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149, razimov.yurii@yandex.ru.

Сальников Андрей Дмитриевич – магистрант ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный морской технический университет.

190121, Россия, Санкт-Петербург, ул. Лоцманская, д. 3, andrey_sad123@mail.ru.

Сафиуллин Равиль Нурулович – доктор технических наук, профессор кафедры транспортно-технологических процессов и машин ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II».

199106, Россия, Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия, д. 2, safravi@mail.ru.

Сафиуллин Руслан Равиллович – кандидат технических наук, доцент кафедры транспортно-технологических процессов и машин ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II».

199106, Россия, Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия, д. 2, safiyllin@yandex.ru.

Сбродова Анастасия Константиновна – курсант 4 курса специальности 25.05.03 – Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования. Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова.

198035, Россия, Санкт-Петербург, ул. Межевой канал 6, papa.sbrodova@mail.ru.

Селиверстов Святослав Александрович – кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории интеллектуальных транспортных систем ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.

199178, Россия, Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13, seliverstov_s_a@mail.ru.

Начальник центра перспективных исследований Института Авиационного приборостроения «Навигатор» (АО «Навигатор»).

199106, Россия, Санкт-Петербург, ул. Шкиперский проток, д. 14, к 19, seliverstov_s_a@mail.ru.

Селиверстов Ярослав Александрович – кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории интеллектуальных транспортных систем ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.

199178, Россия, Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13, seliverstov-yr@mail.ru.

Доцент высшей школы киберфизических систем и управления Института компьютерных наук и технологий ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого.

195251, Россия, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 21, seliverstov-yr@mail.ru.

Эксперт по анализу данных и машинному обучению центра перспективных исследований Института Авиационного приборостроения «Навигатор» (АО «Навигатор»).

199106, Россия, Санкт-Петербург, ул. Шкиперский проток, д. 14, к 19, seliverstov-yr@mail.ru.

Сиек Юрий Леонардович – доктор технических наук, декан Факультета морского приборостроения, заведующий кафедрой Систем автоматического управления и бортовой вычислительной техники ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный морской технический университет.

190121, Россия, Санкт-Петербург, ул. Лоцманская, д. 3, siek@mail.ru.

Соболев Вячеслав Сергеевич – магистрант кафедры электрооборудования судов и автоматизации производства ФГБОУ ВО Керченский государственный морской технологический университет.

298309, Россия, Керчь, ул. Орджоникидзе, д. 82, sobolslava02@gmail.com.

Сорокин Кирилл Владиславович – аспирант кафедры транспортно-технологических процессов и машин кафедры транспортно-технологических процессов и машин ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II».

199106, Россия, Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия, д. 2, kiros_00@bk.ru.

Тецлав Илья Александрович – старший преподаватель кафедры аэропортов и авиационных перевозок ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова.

196210, Россия, Санкт-Петербург, ул. Пилотов, д. 38, tetslavil@gmail.com.

Томановский Ярослав Юрьевич – специалист Научного центра (Санкт-Петербург).

195426, Россия, Санкт-Петербург, Индустриальный пр., д.13, super.ppr2014@yandex.ru.

Тищенко Екатерина Викторовна - студент, направление подготовки «Государственное регулирование использования воздушного пространства» ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова.

196210, Россия, Санкт-Петербург, ул. Пилотов, д. 38, lady-perfect1@yandex.ru.

Федоров Павел Николаевич – кандидат технических наук, старший научный сотрудник НИО-4 ФГКВБОУ ВО «Военная орденов Жукова и Ленина Краснознаменная академия связи имени Маршала Советского Союза С.М. Буденного».

194064, Россия, Санкт-Петербург, Тихорецкий пр., д. 3, fedorovpn1@yandex.ru.

Федотов Виталий Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры транспортно-технологических процессов и машин ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II».

199106, Россия, Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия, д. 2, nik2k@mail.ru.

Хасанов Дмитрий Салимович – младший научный сотрудник лаборатории интеллектуальных систем ФГБУН «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук» (СПб ФИЦ РАН), Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации Российской академии наук (СПИИРАН).

199178, Россия, Санкт-Петербург, 14-я линия В.О., 39, dkhasanovsuai@yandex.ru.

Хохлов Алексей Владимирович – аспирант кафедры транспортно-технологических процессов и машин ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II».

199026, Россия, Санкт-Петербург, Васильевский остров, Средний проспект В.О., д. 82, s235073@stud.spmi.ru.

Чаров Роман Александрович – аспирант кафедры электрооборудования судов и автоматизации производства ФГБОУ ВО Керченский государственный морской технологический университет.

298309, Россия, Керчь, ул. Орджоникидзе, д. 82, samoylova_irina2014@mail.ru.

Чекулаева Вероника Анатольевна – студент группы УЛР-1721 2 курса магистратуры ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова.

196210, Россия, Санкт-Петербург, ул. Пилотов, д. 38, nika.702@mail.ru.

Чернов Олег Александрович – аспирант кафедры логистики и управления цепями поставок ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный экономический университет».

191023, Россия, Санкт-Петербург, наб. канала Грибоедова, 30-32, литер А, oleg_chernov@bk.ru;

Начальник Международного отдела ФАУ «Российский морской регистр судоходства».

191186, Россия, Санкт-Петербург, Дворцовая набережная, 8, oleg_chernov@bk.ru.

Черный Сергей Григорьевич – доцент кафедры электроэнергетики и электротехники ФГБОУ ВО Керченский государственный морской технологический университет.

298309, Россия, Керчь, ул. Орджоникидзе, д. 82, Sergiublack@gmail.com.

Чизак Алина Константиновна – курсант 4 курса специальности 25.05.03 – Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования. Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова.

198035, Россия, Санкт-Петербург, ул. Межевой канал 6, alinachigak@mail.ru.

Чудакова Наталья Вячеславовна – кандидат технических наук, доцент кафедры транспортно-технологических процессов и машин ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II».

199106, Россия, Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия, д. 2, 9213271766@mail.ru.

Шайдуров Иван Георгиевич – кандидат технических наук, и.о. заведующего кафедрой организации и управления в транспортных системах ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова.

196210, Россия, Санкт-Петербург, ул. Пилотов, д. 38, naviaga@mail.ru.

Шаталова Наталья Викторовна – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории проблем организации транспортных систем ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.

199178, Россия, Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13, shatillen@mail.ru.

Шевелёва Анна Анатольевна – младший научный сотрудник лаборатории проблем транспорта Института социально-экономических и энергетических проблем Севера ФИЦ Коми НЦ УрО РАН.

167982, Россия, Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 26, translab@iespn.komisc.ru.

Шевченко Александр Александрович – кандидат технических наук, старший научный сотрудник ФГКВУ ВО «Военная орденов Жукова и Ленина Краснознаменная академия связи имени Маршала Советского Союза С.М. Буденного»

194064, Россия, Санкт-Петербург, Тихорецкий проспект, д. 3, kirill_melehov@bk.ru.

Шидловский Григорий Леонидович – кандидат технических наук, доцент, начальник кафедры пожарной безопасности зданий и автоматизированных систем пожаротушения ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева.

196105, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149, shidlovsky.g@igps.ru.

Энхтамир Эрин – курсант ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева. Гражданство – Монголия.

196105, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149, chimgee_mbc@yahoo.com.

Information about authors

Abdullaeva Milana A. – adjunct of the faculty of training of personnel of the highest category at the Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.

Moskovskiy Ave., 149, St. Petersburg, 196105, Russian Federation, blackwolf1205@mail.ru.

Acterski Yuri E. – professor, doctor of military sciences, professor of the department of fire safety of buildings and automated fire extinguishing systems Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.

Moskovskiy Ave., 149, St. Petersburg, 196105, Russian Federation, aue2002@yandex.ru.

Afanasyev Alexander S. – Candidate of Military Sciences, Professor, Head of the Department of Transport and Technological Processes and Machines of the St. Petersburg Mining University of Empress Catherine II.

Sredny prospekt V.O., 82, St. Petersburg, 199026, Russian Federation, A.S.Afanasev@mail.ru.

Alferova Alena A. – head of the educational department, assistant of the department No. 23 «Airports and Air Transportation» in St. Petersburg State University of Civil Aviation.
Pilotov str., 38, St. Petersburg, 192210, Russian Federation, info@spbguga.ru.

Aksenov Vladimir Al. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the department of «Technosphere safety» at the Russian University of Transport (RUT (MIIT)).
Obraztsova str., 9, building 9, GSP-4, Moscow, 127994, Russian Federation, Nastyadarenskikh@gmail.com.

Antipenko Inna V. – Teacher. Graduate student Kerch State Maritime Technological University, Department of Economic.
Ordzhonikidze str., 82, Kerch, 298309, Russian Federation, a.sofi@mail.ru.

Astakhova Alena S. – Student of the St. Petersburg State University of Civil Aviation.
Pilotov str., 38, St. Petersburg, 192210, Russian Federation, astakhova.alena@mail.ru.

Balabanov Ivan D. – Postgraduate Student, The Higher technosphere school Peter the Great St. Petersburg State Polytechnic University.
Politekhnikeskaya str., 29, St. Petersburg, 195251, Russian Federation, t__54@mail.ru.

Bespalko Sergey V. – PhD in Technical Sciences, Professor at the Russian university of transport (MIIT).
Obraztsova str., 9, building 9, GSP-4, Moscow, 127994, Russian Federation, bespalco@yandex.ru.

Bogdanov Evgeny V. – Senior Lecturer of the Department No. 23 «Airports and Air Transportation» St. Petersburg State University of Civil Aviation.
Pilotov str., 38, St. Petersburg, 192210, Russian Federation, ebogdanov76@yandex.ru.

Borisov Aleksandr N. – Senior Lecturer of the Department of Automatic Control Systems and Onboard Computer Facilities, St. Petersburg State Marine Technical University.
Lotsmanskaya str., 3, St. Petersburg, 190121, Russian Federation, bor_fond93@mail.ru.
 Researcher at Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.
12-th Line VO, 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, bor_fond93@mail.ru.

Borodina Olga V. – Researcher of Intelligent transport systems Laboratory at Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.
12-th Line VO, 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, borodinaov@gmail.com.

Bozhuk Nikolay M. – Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of Radio Communications in the Navy at the Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping.
Dvinskaya str., 5/7, 198035, St. Petersburg, Russian Federation, BozhukNM@gumrf.ru.

Bulatov Nail N. – Adjunct of the Faculty of Training of Highly Qualified Personnel of the Saint Petersburg State University State Fire Service of Emercom of Russia.
Moskovsky ave., 149, St. Petersburg, 196105, Russian Federation, Nail-442@mail.ru.

Butusov Pavel N. – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the 21th Department in St. Petersburg State University of Civil Aviation.
Pilotov str., 38, St. Petersburg, 192210, Russian Federation, butusovpn@mail.ru.

Charov Roman – graduate student in the Department of Electrical Equipment of Ships and Production Automation at the Kerch State Maritime Technological University.
Ordzhonikidze str., 82, Kerch, 298309, Russian Federation, samoylova_irina2014@mail.ru.

Chekulaeva Veronika A. – second year student of magistracy in in St. Petersburg State University of Civil Aviation.
Pilotov str., 38, St. Petersburg, 192210, Russian Federation, nika.702@mail.ru

Chernov Oleg Al. – applicant at the St. Petersburg State University of Economics.
30-32, Griboedov canal emb., St. Petersburg, 191023, Russian Federation, oleg_chernov@bk.ru;

Head of International Affairs Department at the FAI “Russian Maritime Register of Shipping”.

8, Dvortsovaya Naberezhnaya, Saint-Petersburg, Russia, 191186, oleg_chernov@bk.ru.

Chernyi Sergey G. – Associate Professor of the Department of Electrical Power Engineering and Electrical Engineering at the Kerch State Marine Technological University.

Ordzhonikidze str., 82, Kerch, 298309, Russian Federation, sergiiblack@gmail.com.

Chigak Alina K. – 4th year cadet of specialty 25.05.03 – Technical operation of transport radio equipment at the Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping.

Mezhevoy Canal, 6, St. Petersburg, 198035, Russian Federation, alinachigak@mail.ru .

Chudakova Natalia V. – Ph.D, Associate Professor of the Department of Transport and Technological Processes and Machines at Saint Petersburg mining university.

21st Line, 2, St Petersburg 199106, Russian Federation, 9213271766@mail.ru.

Darenskikh Anastasiya Ig. – postgraduate student in the direction of training «Technospheric safety» at the Russian University of Transport (RUT (MIIT)).

Obraztsova str., 9, building 9, GSP-4, Moscow, 127994, Russian Federation, Nastyadarenskikh@gmail.com.

Dmitrov Konstantin S. – graduate student in the Department of Electrical Equipment of Ships and Production Automation at the Kerch State Maritime Technological University.

Ordzhonikidze str., 82, Kerch, 298309, Russian Federation, atlaskonstantin@gmail.com.

Dubrava Daniil A. – undergraduate student at the Higher School of Cyber-Physical Systems and Control, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Institute of Computer Science and Technology

Politekhnikeskaya str., 21, St Petersburg, 194021, Russian Federation, dubrava.da@edu.spbstu.ru.

Durandin Maksim A. – Student of the Faculty of Airports and Flight Engineering St. Petersburg State University of Civil Aviation.

Pilotov str., 38, St. Petersburg, 192210, Russian Federation, roventod@yandex.ru.

Efremova Victoria Al. – Postgraduate student of the Department of Transport and Technological Processes and Machines at Saint Petersburg mining university.

21st Line, 2, St Petersburg 199106, Russian Federation, safravi@mail.ru.

Egorenkov Sergey A. – Lecturer at the Fire Training Department in the Saint-Petersburg Military Order of Zhukov Institute of the National Guard Troops.

Pilotchika Pilyutova 1, St. Petersburg, 198206, egorenkoff83@mail.ru.

Eliseev Pavel V. – student of the of the Department of Automatic Control Systems and On-board Computer Facilities at the St. Petersburg State Marine Technical University.

Lotsmanskaya str., 3, St. Petersburg, 190121, Russian Federation, deusagnis@gmail.com.

Ershov Alexander G. – Ph.D, specialist in innovative technologies in the “Scientific Center”, Saint Petersburg, Russia.

Industrialny pr., 13, 426, St. Petersburg, 195426, Russian Federation, super.ppr2014@yandex.ru

Fedorov Pavel N. – Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher at NIO-4 of Military academy of telecommunication of S.M. Budionov. Honored Inventor of the Russian Federation.

Tikhoretsky Ave., 3, St. Petersburg, 194064, Russian Federation, fedorovpn1@yandex.ru.

Fedotov Vitaly N. – Ph.D, Associate Professor of the Department of Transport and Technological Processes and Machines at Saint Petersburg mining university.

21st Line, 2, St Petersburg 199106, Russian Federation, nik2k@mail.ru.

Gelyukh Nickolay P. – postgraduate student in the direction of training «Technospheric safety» at the Russian University of Transport (RUT (MIIT)).

Obraztsova str., 9, building 9, GSP-4, Moscow, 127994, Russian Federation, Nastyadarenskikh@gmail.com.

Glinskiy Vladimir A. – Ph. D, associate professor of the department №30 «Intermodal transport and logistics», Saint Petersburg State University of Civil Aviation.

Pilotov, 38, St. Petersburg, 196210, Russian Federation, vglinskiy@yandex.ru.

Golovchenko Gleb V. – Ph.D.(Tech.), Associate Professor, Docent of the Department of airports and air transport at Saint-Petersburg State University of Civil Aviation.
Pilotov str., 38, St.Petersburg, 196210, Russian Federation, g.golovchenko@rivc-pulkovo.ru.

Ivanov Alexander A. – Student of the Department of Transport and Technological Processes and Machines at Saint Petersburg mining university.
21st Line, 2, St Petersburg 199106, Russian Federation, sasha24200278@gmail.com.

Ivanov Alexey V. – Ph.D., Associate Professor Department of Fire Safety of Technological Processes and Production, Saint-Petersburg University of state fire service of EMERCOM of Russia.
Moskovsky ave., 149, St. Petersburg, 196105, Russian Federation, spark002@mail.ru.

Karavaev Nikita An. – student of the Department of Transport and Technological Processes and Machines of the Empress Catherine II Saint Petersburg Mining University
21st Line, 2, St Petersburg 199106, Russian Federation, nikita_karavaev15@mail.ru.

Khasanov Dmitry S. – junior researcher at the St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences (SPb FRC RAS), St. Petersburg Institute for Informatics and Automation of the Russian Academy of Sciences (SPIIRAS).
14-th Line VO, 39, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, dkhasanovsuai@yandex.ru.

Khokhlov Alexey V. – postgraduate student of the Department of Transport and Technological Processes and Machines of St. Petersburg Mining University of Empress Catherine II.
Sredny prospekt V.O., 82, St. Petersburg, 199026, Russian Federation, s235073@stud.spmi.ru.

Kichigin Maxim S. – graduate student, St. Petersburg State University of Civil Aviation named after Chief Marshal of Aviation A.A. Novikova.
Pilotov str., 38, St. Petersburg, 196210, Russian Federation, aviationtheory@yandex.ru.

Kiseleva Victoria S. – Adjunct Faculty of Training of Highly Qualified Personnel Saint-Petersburg University of state fire service of EMERCOM of Russia.
Moskovsky ave., 149, St. Petersburg, 196105, Russian Federation, s-kiseleva1@mail.ru.

Komissarova Evgeniya G. – postgraduate student of the department "Wagons and wagon economy" at the Russian university of transport (MIIT).
Obraztsova str., 9, building 9, GSP-4, Moscow, 127994, Russian Federation, komissarova.jenka@mail.ru.

Konikova Elena V. – Ph.D.(Tech.), associate professor, Docent of the Department of airports and air transport at Saint-Petersburg State University of Civil Aviation.
Pilotov str., 38, St.Petersburg, 196210, Russian Federation, elenavictorovnak@mail.ru.

Koroleva Lyudmila A. – Doctor of Technical Sciences, docent, Professor of fire, rescue equipment and automotive industry department of the Saint Petersburg State University State Fire Service of Emercom of Russia.
Moskovsky ave., 149, St. Petersburg, 196105, Russian Federation, lyudamil@mail.ru.

Koshevoy Dmitry O. – graduate student Kerch State Maritime Technological University, Department of Electrical Equipment of Ships and Production Automation.
Ordzhonikidze str., 82, Kerch, 298309, Russian Federation, oldman1998dima@gmail.com.

Kostornova Alexandra S. – junior researcher at the St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences (SPb FRC RAS), St. Petersburg Institute for Informatics and Automation of the Russian Academy of Sciences (SPIIRAS).
14-th Line VO, 39, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, svistunova_alexandra@bk.ru.

Kozakov Dmitry VI. – postgraduate student of Electrical Power Engineering and Electrical Engineering Kerch State Maritime Technological University/
Ordzhonikidze str., 82, Kerch, 298309, Russian Federation, sergiiblack@gmail.com.

Krivilev Konstantin S. – Master's student, 2st year, Faculty of Higher School of Air Navigation, "Airport Operation and aircraft flight support", profile "Airport Management" at the St. Petersburg State University of Civil Aviation.
Pilotov str., 38, St. Petersburg, 192210, Russian Federation, inferno750@mail.ru.

Kurganova Nadezhda VI. – 4th year postgraduate Student, Department of Transport Business Management and Intelligent Systems at the Russian university of transport (MIIT).

Obraztsova str., 9, building 9, GSP-4, Moscow, 127994, Russian Federation, yvercheneva@mail.ru.

Kustov Alexander S. – master's student graduate student Kerch State Maritime Technological University, Department of Electrical Equipment of Ships and Production Automation.

Ordzhonikidze str., 82, Kerch, 298309, Russian Federation, esiap@mail.ru.

Kuznetsova Elena A. – postgraduate student of the Department of Transport and Technological Processes and Machines at the Saint Petersburg Mining University.

21st Line, 2, St Petersburg 199106, Russian Federation, e.a.kuznetsova347@yandex.ru.

Lipatnikov Valery A. – Dr. Sc., Tech., Professor, senior researcher of Military academy of telecommunication of S.M. Budionov. Honored Inventor of the Russian Federation. Honorary Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation.

Tikhoretsky Ave., 3, St. Petersburg, 194064, Russian Federation, lipatnikovanl@mail.ru.

Makhmutova Alsu R. – student of the Airports and Aviation at St. Petersburg State University of Civil Aviation.

Pilotov str., 38, St. Petersburg, 196210, Russian Federation, tetslavil@gmail.com.

Malchikov Konstantin B. – postgraduate student of the Department of Chemistry and Combustion Processes at the Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.

Moskovskiy Ave., 149, St. Petersburg, 196105, Russian Federation, malchikov87@mail.ru.

Martynov Viktor L. – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Radio Communications in the Navy at the Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping.

Mezhevoy Canal, 6, St. Petersburg, 198035, Russian Federation, martynovvoenmeh@mail.ru.

Mekhonoshina Mariya O. – postgraduate student of the Faculty of Training highly qualified personnel Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.

Moskovskiy Ave., 149, St. Petersburg, 196105, Russian Federation, goryacheva.97@inbox.ru.

Melekhov Kirill V. – adjunct at the S. M. Budyonny Military Academy of the Signal Corps.

Tikhoretsky Ave., 3, St. Petersburg, 194064, Russian Federation, kirill_melekhov@bk.ru.

Melikhov Ivan Al. – operator of the (scientific) company of the Main Directorate at the S. M. Budyonny Military Academy of the Signal Corps.

Tikhoretsky Ave., 3, St. Petersburg, 194064, Russian Federation, mia330216@mail.ru.

Mihalskiy Georgiy S. – graduate student in the Department of Electrical Equipment of Ships and Production Automation at the Kerch State Maritime Technological University.

Ordzhonikidze str., 82, Kerch, 298309, Russian Federation, mihalskiy@gmail.com.

Mikhailova Maria Y. – Junior Researcher of Laboratory of the ecology of transport systems Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences. 12-th Line VO, 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, krab49@mail.ru.

Mongush Tigran R. – graduate student St. Petersburg State University of Civil Aviation.

Pilotov str., 38, St. Petersburg, 192210, Russian Federation, tigran.mongush@mail.ru.

Moshnikov Anton R. – student of the Department of Transport and Technological Processes and Machines at Saint Petersburg mining university.

21st Line, 2, St Petersburg 199106, Russian Federation, anton.moshnikoff.2004@gmail.com.

Naumov Andrey A. – Senior operator of scientific company of Military academy of telecommunication of S.M. Budionov. Honored Inventor of the Russian Federation.

Tikhoretsky Ave., 3, St. Petersburg, 194064, Russian Federation, fedorovpn1@yandex.ru.

Oreshkina Alina D. – master's student of the Department of Transport and Technological Processes and Machines, Saint Petersburg Mining University.

21st Line, 2, St Petersburg 199106, Russian Federation, www.alinochka_03@mail.ru.

Panchenko Mikhail V. – cadet of the Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping.

Mezhevoy Canal, 6, St. Petersburg, 198035, Russian Federation, panchenko.moe@mail.ru.

Parra Arias Zunilda – graduate student of the Department of Transport and Technological Processes and Machines at Saint Petersburg mining university.
21st Line, 2, St Petersburg 199106, Russian Federation, s233003@stud.spmi.ru.

Pepler Artem E. – Researcher at the Laboratory for Problems of Organization of Transport Systems. Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.
12-th Line VO, 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, artem_pepler@mail.ru.

Podoprigora Nickolay V. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of land transport technological vehicles at Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering.
Vtoraya Krasnoarmeiskaya str., St. Petersburg, 190005, Russian Federation, n.v.podoprigora@gmail.com.

Popov Vyacheslav Al. – Ph.D. econ, Associate Professor of the Department "Airports and Air Transportation" at St. Petersburg State University of Civil Aviation.
Pilotov str., 38, St. Petersburg, 196210, Russian Federation, ipet43725@gmail.com.

Popova Julia I. – 2nd year Graduate student, The Higher technosphere school Peter the Great St. Petersburg State Polytechnic University.
Politekhnicheskaya str., 29, St. Petersburg, 195251, Russian Federation, t__54@mail.ru.

Printsev Nikolay V. – Expert at the Scientific Center.
Industrialny pr., 13, St. Petersburg, 195426, Russian Federation, npt09@rambler.ru.

Pshigotsky Yuriy I. – Researcher of Research Center of Military academy of telecommunication of S.M. Budionov. Honored Inventor of the Russian Federation.
Tikhoretsky Ave., 3, St. Petersburg, 194064, Russian Federation, fedorovpn1@yandex.ru.

Pustovalov Ilya A. – Department of Mechanics and Engineering Graphics, Academy of the State Fire Service of Emercom of Russia.
Boris Galushkin str., 4, Moscow, 129366, Russian Federation, ilya_pustovalov_2020@bk.ru.

Razumov Yuri V. – Senior assistant to the head of the duty shift of the fire extinguishing service of the FPS GPS of the Main Directorate of the Ministry of Emergency Situations of Russia in the Republic of Karelia, Magistr
Moskovsky ave., 149, St. Petersburg, 196105, Russian Federation, razumov.yurii@yandex.ru.

Safiullin Ravil N. – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Transport and Technological Processes and Machines at Saint Petersburg mining university.
21st Line, 2, St Petersburg 199106, Russian Federation, safravi@mail.ru.

Safiullin Ruslan R. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Transport and Technological Processes and Machine, Saint Petersburg Mining University.
21st Line, 2, St Petersburg 199106, Russian Federation, safiyllin@yandex.ru.

Salnikov Andrey D. – master student of St. Petersburg State Marine Technical University.
Lotsmanskaya str., 3, St. Petersburg, 190121, Russian Federation, andrey_sad123@mail.ru.

Sbrodova Anastasia K. – 4th year cadet of specialty 25.05.03 “Technical operation of transport radio equipment at the Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping.
Mezhevoy Canal, 6, St. Petersburg, 198035, Russian Federation, nana.sbrodova@mail.ru .

Seliverstov Svyatoslav A. – Ph.D., Senior Researcher, Laboratory of Intelligent Transport Systems of Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.
12-th Line VO, 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, seliverstov_s_a@mail.ru.
Head of the Center for Advanced Research, Institute of Aviation Instrumentation "Navigator"(JSC Navigator).
14Z/19, Shkiperski Protok, St. Petersburg, 199106, Russian Federation, seliverstov_s_a@mail.ru.

Seliverstov Yroslav A. – Ph.D., Senior Researcher, Laboratory of Intelligent Transport Systems of Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.
12-th Line VO, 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, seliverstov_s_a@mail.ru.

Associate Professor of the Higher School of Cyberphysical Systems and Control, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Institute of Computer Science and Technology.

Politekhnikeskaya str., 21, St Petersburg, 194021, Russian Federation, seliverstov-yr@mail.ru.

Expert in data analysis and machine learning at the Center for Advanced Research, Institute of Aviation Instrumentation "Navigator"(JSC Navigator).

14Z/19, Shkiperski Protok, St. Petersburg, 199106, Russian Federation, seliverstov-yr@mail.ru.

Shaidurov Iv. G. – *Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of Organization and Management in Transport Systems at Saint Petersburg State University of Civil Aviation.*

Pilotov str., 38, St. Petersburg, 196210, Russian Federation, naviaga@mail.ru.

Shatalova Natalya V. – *Ph.D., Leading Researcher of Laboratory of the organization of transport systems at the Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.*

12-th Line VO, 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, shatillen@mail.ru.

Shevchenko Alexander Al. – *Candidate of Technical Sciences, senior scientific researcher at the S. M. Budyonny Military Academy of the Signal Corps.*

Tikhoretsky Ave., 3, St. Petersburg, 194064, Russian Federation, kirill_melehov@bk.ru.

Sheveleva Anna A. – *Junior researcher of the Laboratory of transport problem at the Institute of social-economic and energy problems in the North of Federal Research Center of Komi Science Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences.*

Kommunisticheskaya str., 26, Syktyvkar, 167982, Russian Federation, translab@iespn.komisc.ru.

Shidlovsky Grigory L. – *Candidate of Technical Sciences, assistant professor, head of the Department of Fire safety of Buildings and Automated Fire Extinguishing Systems Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.*

Moskovskiy Ave., 149, St. Petersburg, 196105, Russian Federation, shidlovsky.g@igps.ru.

Siek Yuriy L. – *Doctor of Technical Sciences, Dean of the Faculty of Marine Instrumentation, head of the Department of Automatic Control Systems and Onboard Computer Facilities at St. Petersburg State Marine Technical University.*

Lotsmanskaya str., 3, St. Petersburg, 190121, Russian Federation, siek@mail.ru.

Sobolev Vyacheslav S. – *Department of Electrical Equipment of Ships and Production Automation at the Kerch State Maritime Technological University.*

Ordzhonikidze str., 82, Kerch, 298309, Russian Federation, sobolslava02@gmail.com

Sorokin Kirill Vl. – *Postgraduate Student of the Department of Transport and technological processes and machines at Saint Petersburg mining university.*

21st Line, 2, St Petersburg 199106, Russian Federation, kiros_00@bk.ru.

Teclav Ilya Al. – *Senior Lecture, Department of Airports and Aviation at St. Petersburg State University of Civil Aviation.*

Pilotov str., 38, St. Petersburg, 196210, Russian Federation, tetslavil@gmail.com.

Tishchenko Ekaterina V. – *Student of St. Petersburg State University of Civil Aviation.*

Pilotov str., 38, St. Petersburg, 196210, Russian Federation, lady-perfect1@yandex.ru.

Tomanovsky Yaroslav Yu. – *specialist in the “Scientific Center”, Saint Petersburg, Russia. Industrialny pr., 13, 426, St. Petersburg, 195426, Russian Federation, super.ppr2014@yandex.ru.*

Valitov Maxim V. – *1st year master's student, Faculty of Infocommunication Technologies, direction “Infocommunication Technologies and Communication Systems”. ITMO University.*

Kronverksky Ave., 49, bldg. A, St. Petersburg, 197101, Russian Federation, seliverstov_s_a@mail.ru.

Software engineer, Institute of Aviation Instrumentation "Navigator"(JSC Navigator).

14Z/19, Shkiperski Protok, St. Petersburg, 199106, Russian Federation, c seliverstov_s_a@mail.ru.

Veprev Daniil V. – Student of the Faculty of Airports and Flight Engineering St. Petersburg State University of Civil Aviation.

Pilotov str., 38, St. Petersburg, 192210, Russian Federation, ebogdanov76@yandex.ru.

Vercheneva Yulia V. – 4th year student, Department of the Intermodal Transportation and Logistics at the Saint Petersburg State University of Civil Aviation.

Pilotov, 38, St. Petersburg, 196210, Russian Federation, yvercheneva@mail.ru.

Zakharova Elena A. – senior lecturer of the Department of Fire, Emergency Rescue Equipment and Automotive Industry at the Saint-Petersburg University of State fire service of EMERCOM of Russia.

Moskovsky ave., 149, St. Petersburg, 196105, Russian Federation, lyudamil@mail.ru.

Zhizheva Milena Ev. – student at Saint-Petersburg State University of Civil Aviation.

Pilotov str., 38, St.Petersburg, 196210, Russian Federation, mil.zh@mail.ru.

Ziganshina Victoria N. – undergraduate student of High school of airnavigation at Saint-Petersburg State University of Civil Aviation.

Pilotov str., 38, St.Petersburg, 196210, Russian Federation, viktoriya.pup@gmail.com.

Zinger Daniil Yu. – student 4 courses at Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering.

Vtoraya Krasnoarmeiskaya str., 4, St. Petersburg, 190005, Russian Federation, zinger.2017@list.ru.

Zotov Anatoly An. – Postgraduate Student at the Orenburg State University.

13, Ave. Pobeda, Orenburg, 460018, Russian Federation, zotov.sfera-invest@outlook.com.

«ТРАНСПОРТ РОССИИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ – 2023»

Материалы Международной научно-практической конференции

14-15 НОЯБРЯ 2023 ГОДА

Научное издание

Составитель сборника
Шаталова Наталья Викторовна

Подписано в печать 26.12.2023
Печать цифровая

Заказ № 58
Объем 14.875 п.л.

Формат 60 x 90 ¹/₈
Тираж 200 экз.

Отпечатано в полиграфическом центре типографического комплекса
ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России
196105, Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 149